E. Pietrăreanu

Agenda ELECTRICIANULUI

EDITURA TEHNICĂ

AGENDA
electricianului

Ing. **Emil Pietrăreanu**

AGENDA electricianului

Ediția a IV-a
revăzută și completată



EDITURA TEHNICĂ
București — 1986

Lucrarea reprezintă o reeditare actualizată, îmbunătățită și completată a lucrării cu același titlu apărută în 1979. Ea prezintă sub formă de tabele, scheme, diagrame, nomograme și texte sintetizate datele necesare rezolvării rapide și cu exactitate convenabilă a problemelor curente de proiectare, execuție, exploatare, întreținere și reparare a instalațiilor electrice la consumator precum și a altor probleme ivite în practica electricianului.

Deoarece după apariția ediției anterioare industria noastră electrotehnică și-a îmbunătățit și îmbogățit producția, iar actele normative privind instalațiile electrice s-au modificat și completat, conținutul lucrării a fost tratat corespunzător, inclusiv înlocuirea schemelor electrice cu altele noi sau adaptate la noile semne și notații convenționale. De asemenea, avînd în vedere importanța consumului rațional și eficient de energie electrică, s-a acordat atenție întocmirii bilanțurilor electroenergetice. Din practica utilizării lucrării s-a considerat necesară concretizarea chestiunilor tratate printr-un număr apreciabil de exemple de calcul, scheme și planuri de instalații, de un real folos aplicativ.

Prin conținutul ei bogat și variat, bine sistematizat și atrăgător prezentat, lucrarea satisface, după caz, cerințele de informare comodă a electricienilor de toate categoriile — ingineri, tehnicieni și muncitori — înlocuind cu succes un volum important de manuale, acte normative și cataloage de produse, greu sau chiar imposibil de a fi în totalitate la îndemîna solicitatorului, oriunde și oricînd.

CUPRINS

1. DATE INTRODUCTIVE UTILE ÎN ACTIVITATEA ELECTRICIANULUI

1.1. Acte normative privind proiectarea, execuția, exploatarea și întreținerea instalațiilor electrice

1.1.1. *Acte normative republicane*

× *I7-78.* Normativ privind proiectarea și executarea instalațiilor electrice la consumatori, cu tensiunea pînă la 1 000 V — INCERC.

I20-79. Normativ privind proiectarea și executarea instalațiilor de protecție contra trăsnetului a construcțiilor — INCERC.

PE 107-81. Normativ pentru proiectarea și executarea rețelelor de cabluri electrice — ISPE.

× *PE 124-78.* Normativ privind alimentarea cu energie electrică a consumatorilor industriali și similari — ISPE.

PE 136-80. Normativ privind folosirea rațională a energiei electrice la iluminatul artificial și la utilizări casnice — ICEMENERG.

PE 135-85. Instrucțiuni tehnice privind determinarea secțiunii economice a conductoarelor în instalațiile de distribuție de 1—110 kV — IPB.

PE 145-85. Normativ privind stabilirea puterilor nominale economice pentru transformatoarele din posturi — IPB.

P17-85. Normativ pentru proiectarea stațiilor pentru electrocare și electrostivuitoare — IPIU.

I.18-82. Normativ pentru proiectarea și executarea instalațiilor interioare de telecomunicații din clădirile civile și industriale — ICPTTc.

C56-75. Normativ pentru verificarea calității lucrărilor de construcții și instalații aferente — INCERC.

C204-80. Normativ — cadru privind verificarea calității lucrărilor de montaj al utilajelor și instalațiilor tehnologice pentru obiective de investiții — IGSIC + ICCPDC.

C167-77. Norme privind cuprinsul și modul de întocmire, completare și păstrare a cărții tehnice a construcției — IGSIC + ICCPDC.

C16-79. Normativ pentru realizarea pe timp friguros a lucrărilor de construcții și instalații aferente — INCERC.

Norme republicane de protecție a muncii — MM + MS.

P118-83. Norme tehnice de proiectare și realizare a construcțiilor privind protecția la acțiunea focurilor — INCERC + IPCT.

Norme generale de protecție împotriva incendiilor la proiectarea și realizarea construcțiilor și instalațiilor — Decret nr. 290/16.8.1977.

1.1.2. *Acte normative departamentale*

Ministerul energiei electrice:

PE 003/79. Nomenclatorul de verificări, încercări și probe privind montajul, punerea în funcțiune și darea în exploatare a instalațiilor energetice.

PE 005/80. Regulamentul pentru analiza și evidența incidentelor de exploatare din instalațiile de producere, transport și distribuție a energiei electrice și căldurii.

PE 006/61. Instrucțiuni generale de protecție a muncii pentru unitățile MEE.

PE 119/82. Norme de protecție a muncii pentru instalațiile electrice.

PE 101/85. Normativ pentru construirea instalațiilor electrice de conexiuni și transformare (completat cu instrucțiunile PE 101A/85).

PE 111 — vol. I, II/75 + vol. III/78. Instrucțiuni pentru proiectarea stațiilor de conexiuni și transformare.

PE 102/69. Normativ pentru proiectarea instalațiilor de conexiuni și distribuție cu tensiuni pînă la 1 000 V c.a. în unitățile energetice.

PE 112/83. Normativ pentru proiectarea instalațiilor de curent continuu din centrale și stații electrice.

PE 103/70. Instrucțiuni pentru dimensionarea și verificarea instalațiilor electroenergetice la solicitări mecanice și termice în condițiile curenților de scurtcircuit.

PE 104/79. Normativ pentru construcția liniilor aeriene de energie electrică peste 1 000 V.

PE 105/83. Metodologie pentru dimensionarea stîlpilor metalici ai liniilor aeriene.

PE 106/83. Normativ pentru construcția liniilor aeriene de joasă tensiune.

PE 107/81 cu modificările din 1983. Normativ pentru proiectarea rețelelor din cabluri electrice.

PE 109/81. Normativ privind alegerea izolației, coordonarea izolației și protecția instalațiilor electroenergetice împotriva supratensiunilor.

PE 114/83. Regulament de exploatare tehnică a surselor de curent continuu.

PE 115/73. Regulament de exploatare tehnică a instalațiilor auxiliare din stații (aer comprimat, ventilație, iluminat și forță).

PE 116/84. Normativ de încercări și măsurători la echipamente și instalații electrice.

PE 118/79. Regulament general de manevre în instalațiile electrice.

PE 124/78. Normativ privind alimentarea cu energie electrică a consumatorilor industriali și similari.

PE 125/78. Instrucțiuni privind coordonarea coexistenței instalațiilor electrice cu liniile de telecomunicații.

PE 126/82. Regulament de exploatare tehnică a echipamentelor electrice de distribuție primară.

PE 127/83. Regulament de exploatare tehnică a liniilor electrice aeriene.

PE 128/73. Regulament de exploatare tehnică a liniilor electrice în cablu.

PE 129/81. Regulament de exploatare a uleiurilor electroizolante.

PE 131/74. Regulament de exploatare a motoarelor electrice.

PE 134/84. Normativ privind metodologia de calcul a curenților de scurtcircuit în rețelele electrice.

PE 139/77. Instrucțiuni privind normarea consumului de energie în rețelele electrice.

PE 142/80. Normativ privind combaterea efectului de flicker în rețelele de distribuție.

PE 143/80. Normativ privind limitarea regimului deformat.

PE 147/83. Normativ de proiectare privind tratarea neutrului în rețelele de medie tensiune.

PE 501/85. Normativ privind proiectarea instalațiilor de protecție prin relee și automatizare.

PE 502/75 ... 80. Normativ privind dotarea instalațiilor tehnologice cu aparate de măsură și automatizare.

PE 503/77. Normativ de proiectare a instalațiilor de comandă și control din centrale și stații electrice.

PE 505/73. Regulament de exploatare tehnică a camerelor de comandă și de supraveghere a instalațiilor electrice.

PE 506/83. Regulament de exploatare tehnică a instalațiilor de circuite secundare.

PE 601/84. Instrucțiuni de proiectare a instalațiilor de telemecanică a stațiilor electrice fără personal permanent.

PE 602/80. Regulament de exploatare tehnică a instalațiilor de telecomunicații.

PE 603/82. Instrucțiuni pentru proiectarea instalațiilor de telefonie aferente stațiilor electrice.

PE 902/70 (E 2 + 7/70). Normativ privind metodica de întocmire și analiză a bilanțurilor energetice în întreprinderile industriale și similare.

PE 905/60. Normativ privind dotarea cazanelor de abur și apă fierbinte cu mijloace de măsurare, în scopul exploatării lor economice.

PE 909/61. Instrucțiuni pentru exploatarea economică a cuptoarelor electrice cu arc cu acțiune directă pentru topirea oțelului precum și pentru întocmirea și analiza bilanțului energetic al acestor cuptoare.

PE 913/67 (E 19/67). Normativ privind dotarea cuptoarelor industriale cu mijloace de măsurare în scopul utilizării raționale a combustibililor.

PE 928/81. Instrucțiuni privind modul de calcul al indicatorilor care definesc eficiența economică a consumatorilor tampon de energie electrică și tarifarea energiei pentru acești consumatori.

PE 929/66. Prescripții privind recuperarea resurselor energetice secundare și determinarea eficienței economice a acestei recuperări.

PE 930/67 + supliment modificări 1970. Regulament pentru exploatarea tehnică a instalațiilor electrice din întreprinderile industriale și similare.

PE 931/75. Instrucțiuni privind compensarea puterii reactive la consumatorii industriali și similari.

PE 936/83. Instrucțiuni privind modul de autorizare a introducerii în proiecte, a montării și a utilizării receptoarelor electrotermice.

3RE-I12-83. Instrucțiuni privind supraîncărcarea temporară, accidentală sau periodică a transformatoarelor de putere în ulei.

3.1.RE-I15-78. Instrucțiuni privind calibrarea, înlocuirea și evidența siguranțelor fuzibile.

3.2.RE-I17-82. Instrucțiuni privind repararea liniilor electrice subterane cu tensiuni pînă la 35 kV inclusiv.

3.2.RE-I18-70. Instrucțiuni pentru verificarea aparatelor electrice de pe panouri.

3.2.RE-I20-70. Instrucțiuni pentru lucrările de revizii la instalațiile de anclanșare automată a rezervei (AAR).

3.RE-I23-78. Instrucțiuni de exploatare și întreținere a instalațiilor de legare la pămînt.

1.RE-I41-82. Instrucțiuni privind atribuții și responsabilități pentru aplicarea în activitatea de proiectare a prevederilor de protecția muncii cuprinse în legislația în vigoare.

3.1.RE-I42-82. Instrucțiuni tehnologice de lucru sub tensiune în instalațiile electrice de joasă tensiune.

Ministerul industriei chimice:

I.D.17-1973. Normativ departamental pentru instalații electrice în medii cu pericol de explozie.

NPCICh-1972. Normativ departamental pentru proiectarea și executarea construcțiilor și instalațiilor din punct de vedere al prevenirii incendiilor (n.a. — inclusiv instalații care produc sau utilizează acetilenă).

P.D.43-74. Normativ departamental pentru proiectarea fabricilor de oxigen și stațiilor de distribuție oxigen.

P.D.103-72. Normativ departamental privind proiectarea depozitelor de azotat de amoniu.

1.1.3. *Standarde de stat*

STAS 1590-71 ... 79. Electrotehnică și electroenergetică. Semne convenționale.

STAS 1842-73. Instalații electrice interioare în construcții. Semne convenționale.

STAS 11381-80 ... 84. Semne convenționale pentru scheme electrice.

STAS 12120-83. Instalații electrice. Scheme, diagrame, tabele.

STAS 6755-81. Automatică. Semne convenționale și simboluri literale.

STAS E8303-69. Noțiuni energetice de bază folosite la elaborarea bilanțurilor și balanțelor energetice.

STAS 2551-69. Instalații de producere a energiei electrice. Puteri. Terminologie.

STAS 930-75. Rețele electrice. Tensiuni nominale și abateri admisibile.

STAS 7044-75. Rețele și receptoare electrice miniere. Tensiuni nominale.

STAS 4297-79. Aparate și utilaje electrice. Curenți nominali.

STAS R9321-72. Prefabricate electrice de joasă tensiune.

STAS 832-79. Influențe ale instalațiilor electrice de înaltă tensiune asupra liniilor de telecomunicații. Prescripții.

STAS 4936-71. Marcarea barelor și baretelor colectoare pentru centrale și stații electrice de conexiuni și transformare.

STAS 9638-74. Marcarea conductoarelor izolate pentru identificarea circuitelor instalațiilor electrice.

STAS 8275-78. Protecția împotriva electrocutărilor. Terminologie.

STAS 6119-78. Instalații electrice de joasă tensiune. Instalații de legare la pămînt de protecție.

STAS 7334-83. Instalații electrice de înaltă tensiune. Instalații de legare la pămînt de protecție. Prescripții.

STAS 4102-80. Piese pentru instalații de legare la pămînt de protecție.

STAS 6616-83. Instalații electrice de joasă tensiune. Instalații de legare la nul de protecție. Prescripții.

STAS 6489-80 — 83 Coordonarea izolației în instalațiile electrice cu tensiuni peste 1 kV. Prescripții.

STAS 8074-76. Încrucișări între liniile de contact pentru tramvaie și troleibuze și linii electrice aeriene sau linii aeriene de telecomunicații. Prescripții.

STAS 9637-74. Instalațiile electrice ale clădirilor. Terminologie.

STAS 234-79. Branșamente electrice. Coloane.

STAS 8138-83. Echipamente electrice pentru mașini industriale.

STAS 831-79. Linii aeriene. Utilizarea în comun a stîlpilor pentru linii de energie electrică, de tracțiune și de telecomunicații. Prescripții.

STAS 7070-74. Instalații de automatizare. Reguli pentru întocmirea documentațiilor tehnice desenate.

STAS 8028-75. Sisteme de reglare automată. Terminologie.

STAS 4663-85. Poduri rulante. Chestionar de proiectare.

STAS 6773-79. Poduri rulante. Linii de contact. Prescripții de proiectare și execuție.

STAS 7335-74 ... 80. Protecția contra coroziunii a construcțiilor metalice îngropate.

STAS 6877/1 ... 11-74 ... 79. Echipamente electrice pentru atmosferă explozivă.

STAS 5325-79. Grade normale de protecție asigurate prin carcasare. Clasificare și metode de verificare.

1.2. Date și relații de calcul electrotehnice uzuale

1.2.1. *Mărimi electrice, magnetice și fotometrice și unitățile lor de măsură*

Mărimea		Unitatea de măsură	
Denumirea	Simbolul	Denumirea	Simbolul
1	2	3	4
Mărimi electrice			
Sarcina electrică	Q	coulomb	C
Densitatea sarcinii electrice:			
— de volum	ρ, (η)	coulomb/metru cub	C/m^3

1.2.1. *(continuare)*

1	2	3	4
— de suprafață	σ	coulomb/metru pătrat	C/m²
— de linie (liniară)	ρ_l	coulomb/metru	C/m
Intensitatea curentului electric	I, i	amper	A
Intensitatea cîmpului electric	E, (K)	volt/metru	V/m
Tensiune electrică	U, u	volt	V
Potențial electric	V, φ	volt	V
Tensiune (forță) electromotoare	E	volt	V
Moment electric	p	coulomb-metru	C · m
Polarizație electrică	P	coulomb/metru pătrat	C/m²
Flux electric	ψ	coulomb	C
Inducție electrică	D	coulomb/metru pătrat	C/m²
Capacitate electrică	C	farad	F
Permitivitate	ε	farad/metru	F/m
Densitatea curentului electric:			
— de suprafață	J, j	amper/metru pătrat	A/m²
— de linie (pînză de curent)	A, (α)	amper/metru	A/m
Rezistență electrică	R	ohm	Ω
Rezistivitatea electrică	ρ	ohm · metru	Ω · m
Conductanță electrică	G	siemens	S
Conducticitate electrică	γ, σ	siemens/metru	S/m
Impedanță	Z	ohm	Ω
Reactanță	X	ohm	Ω
Admitanță	Y	siemens	S
Susceptanță	B	siemens	S
Putere electrică activă	P	watt	W
Putere electrică reactivă	Q	var	var
Putere electrică aparentă	S	voltamper	VA
Energie electrică	W, E	wattoră	Wh

Mărimi magnetice

1	2	3	4
Intensitate cîmp magnetic	H	amper/metru	A/m
Tensiune magnetică	U_m	amper	A
Tensiune magnetomotoare	F, F_m	amper	A
Inducție magnetică	B	tesla	T
Flux magnetic	Φ	weber	Wb
Moment magnetic	m	amper · metru-pătrat	A · m²

1	2	3	4
Magnetizație	M, H_i	amper/metru	A/m
Polarizație magnetică	J, B_i	tesla	T
Permeabilitate	μ	henry/metru	H/m
Permeanță	A, (P)	henry	H
Inductanță proprie	L	henry	H
Inductanță mutuală	M, L_{12}	henry	H
Reluctanță	R_m	1/henry	H^{-1}
Mărimi fotometrice			
Intensitate luminoasă	I_v, I	candelă	cd
Flux luminos	Φ_v, Φ	lumen	lm
Randament luminos	η_v, η	lumen/watt	lm/W
Cantitate de lumină	Q_v, Q	lumen · secundă	lm · s
Densitatea de suprafață a fluxului luminos	φ_v, φ	lumen/metru pătrat	lm/m^2
Luminanță	L_v, L	candelă/metru pătrat	cd/m^2
Emitanță luminoasă	M_v, M	lumen/metru pătrat	lm/m^2
Iluminare	E_v, E	lux	lx
Expunere luminoasă	H_v, FH	lux · secundă	lx · s
Mărimi diverse			
Frecvență	f	hertz	Hz

Notă: 1. Multiplii și submultiplii unităților de măsură au prefixele și valorile din tabelul următor:

Multiplii	Denumirea	deca	hecto	kilo	mega	giga	tera	peta	exa
	Simbolul	da	h	k	M	G	T	P	E
	10^n · UM	10^1	10^2	10^3	10^6	10^9	10^{12}	10^{15}	10^{18}
Submultiplii	Denumirea	deci	centi	mili	micro	nano	pico	femto	atto
	Simbol	d	c	m	μ	n	p	f	a
	10^{-n} · UM	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-6}	10^{-9}	10^{-12}	10^{-15}	10^{-18}

2. Constante universale:

Denumirea	Simbolul	Valoarea
Sarcina electrică elementară	q_0	$1,6021 . 10^{-19}$ C
Permitivitatea vidului	ε_0	$8,85419 \cdot 10^{-12}$ F/m
Permeabilitatea vidului	μ_0	$4\pi \cdot 10^{-7}$ H/m
Constanta lui Bolzmann	k	$1,38054 \cdot 10^{-28}$ J/K
Constanta lui Plank	h	$2\pi 1,0545 \cdot 10^{-34}$ J.s
Masa de repaus a electronului	m_e	$9,1082 \cdot 10^{-31}$ kg

3. Tabelul respectă prevederile STAS 737/4-84;9-83;11-84.

1.2.2. *Transformări curente de unități de măsură de putere și energie*

CP ← kW	CP → kW		CP ← kW	CP → kW		CP ← kW	CP → kW	
1,36	1,0	0,736	3,67	2,7	1,987	5,98	4,4	3,238
1,50	1,1	0,810	3,81	2,8	2,061	6,12	4,5	3,312
1,63	1,2	0,883	3,94	2,9	2,143	6,26	4,6	3,386
1,77	1,3	0,957	4,08	3,0	2,208	6,39	4,7	3,459
1,90	1,4	1,030	4,22	3,1	2,282	6,53	4,8	3,533
2,04	1,5	1,104	4,35	3,2	2,355	6,66	4,9	3,606
2,18	1,6	1,177	4,49	3,3	2,429	6,80	5,0	3,680
2,31	1,7	1,251	4,62	3,4	2,502	7,48	5,5	4,048
2,45	1,8	1,325	4,67	3,5	2,567	8,16	6,0	4,416
2,58	1,9	1,398	4,90	3,6	2,650	8,84	6,5	4,784
2,72	2,0	1,472	5,03	3,7	2,723	9,52	7,0	5,152
2,86	2,1	1,546	5,17	3,8	2,797	10,20	7,5	5,520
2,99	2,2	1,619	5,20	3,9	2,870	10,90	8,0	5,880
3,13	2,3	1,693	5,44	4,0	2,944	11,60	8,5	6,256
3,26	2,4	1,766	5,58	4,1	3,018	12,24	9,0	6,624
3,40	2,5	1,840	5,71	4,2	3,091	12,92	9,5	6,992
3,54	2,6	1,914	5,85	4,3	3,165	13,60	10,0	7,360

Energia de transformat, UM	Coeficient de echivalență în energie: electrică kWh	mecanică kgf · m	căldură kcal	abur normal kgf	comb. conv. kg c.c.
Electrică, kWh	1	$367 \cdot 10^3$	860	1,344	0,123
Mecanică, kgf · m	$2,72 \cdot 10^{-6}$	1	$2,34 \cdot 10^{-3}$	$3,656 \cdot 10^{-6}$	$0,335 \cdot 10^{-6}$
Căldură, kcal	$1,16 \cdot 10^{-3}$	427	1	$1,563 \cdot 10^{-3}$	$0,143 \cdot 10^{-3}$
Abur normal, kgf	0,744	$203,1 \cdot 10^3$	640	1	$91,5 \cdot 10^{-3}$
Comb. c., kg c.c.	8,14	$2,99 \cdot 10^6$	$7 \cdot 10^3$	10,938	1

Exemplu de utilizare. Echivalentul recuperării a 342 MWh energie electrică este:

$$3{,}42 \cdot 10^3 \cdot 0{,}123 = 42\,066 \text{ kg c.c. sau}$$

$$3{,}42 \cdot 10^3 \cdot 860 = 294{,}12 \text{ Gcal.}$$

1.2.3. *Relații de calcul ale mărimilor electrice folosite curent*

Mărimea		Relația de calcul
1		2
Relații între curent, tensiune, putere și rezistență sau impedanță		
Intensitatea curentului	c.c.	$I = U/R = P/U$
	c.a. monofazat	$I = S/U = P/U \cos\varphi = U \cos\varphi/R$; $I_a = I\cos\varphi$; $I_r = I\sin\varphi$
	c.a. trifazat	$I = S/\sqrt{3}\,U = P/\sqrt{3}\,U\cos\varphi$; $I_a = I\cos\varphi$; $I_r = I\sin\varphi$
Tensiunea	c.c.	$U = RI + P/I$
	c.a. monofazat	$U = S/I = P/I\cos\varphi = RI/\cos\varphi$
	c.a. trifazat	$U = S/\sqrt{3}\,I = P/\sqrt{3}\,I\cos\varphi$
Rezistența electrică	c.c.	$R = U/I = P/I^2 = U^2/P$
	c.a.	$R = U\cos\varphi/I$
Reactanța	c.a.	$X = U\sin\varphi/I$
Puterea electrică activă	c c	$P = UI = U^2/R = RI^2$
	c.a. monofazat	$P = UI\cos\varphi$
	c.a. trifazat	$P = \sqrt{3}\,UI\cos\varphi$
Puterea reactivă	c.a. monofazat	$Q = UI\sin\varphi = P\,\mathrm{tg}\,\varphi$
	c.a. trifazat	$Q = \sqrt{3}\,UI\sin\varphi = P\,\mathrm{tg}\,\varphi$
Puterea aparentă	c.a. monofazat	$S = UI = \sqrt{P^2 + Q^2} = P/\cos\varphi = Q/\sin\varphi$
	c.a. trifazat	$S = \sqrt{3}\,UI = \sqrt{P^2 + Q^2} = P/\cos\varphi = Q/\sin\varphi$

1		2
Rezistențe, reactanțe și impedanțe electrice		
Rezistențe (pentru l, v. fig. de la ΔU)		$R = \rho \frac{l}{s} = \frac{l}{\gamma s}$ unde: $\rho = \rho_0(1 + \alpha\Delta\theta)$; $\Delta\theta = \theta - 20$
Reactanța inductivă		$X_L = \omega L = 2\pi f L = 2\pi f L_0 l$ (l – v. fig. de la ΔU)
Inductanța specifică a conductoarelor nemagnetice, [H/m]		La conductoare rotunde și la țevi: $L_0 = \left(4{,}6 \lg \frac{d_{med}}{r} + \frac{1}{2}\right) \cdot 10^{-7}$ La conductoare dreptunghiulare: $L_0 = 2\left(\ln 2 \frac{\pi d + h}{\pi b + 2h} + 0{,}03\right) \cdot 10^{-7}$
Reactanța capacitivă		$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2\pi f l C_0}$
Capacitatea specifică [F/m]		$C_0 = \frac{\varepsilon}{82{,}8} \frac{1}{\lg(d/r)} \cdot 10^{-7}$
Impedanța electrică		$Z = \sqrt{R^2 + X^2} = R/\cos\varphi = U/I$
Conductanța electrică	c.c.	$G = 1/R = I/U$
	c.a.	$G = R/Z^2 = I\cos\varphi/U = P/U^2 = Y\cos\varphi = \sqrt{Y^2 - B^2}$
Susceptanța		$B = X/Z^2 = I\sin\varphi/U = Q/U^2 = Y\sin\varphi = \sqrt{Y^2 - G^2}$
Admitanța		$Y = 1/Z = I/U = S/U^2 = \sqrt{G^2 + B^2}$

1	2
Legarea în serie numai a rezistențelor sau reactanțelor de aceeași natură	$R = R_1 + ... + R_n$ $X_L = X_{L_1} + ... + X_{L_n}$ $\frac{1}{X_C} = \frac{1}{X_{C_1}} + \cdots + \frac{1}{X_{C_n}}$
Legarea în serie a rezistențelor și reactanțelor	$Z = \sqrt{R^2 + (\omega L)^2}$ $Z = \sqrt{R^2 + 1/(\omega C)^2}$ $Z = \sqrt{R^2 + (\omega L - 1/\omega C)^2}$
Legarea în paralel numai a rezistențelor sau reactanțelor de aceeași natură	$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \cdots + \frac{1}{R_n}$ $\frac{1}{X_L} = \frac{1}{X_{L_1}} + \cdots + \frac{1}{X_{L_n}}$ $X_C = X_{C_1} + ... + X_{C_n}$
Legarea în paralel a rezistențelor și reactanțelor	$Z = \frac{R\omega L}{\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}}$ $Z = \frac{R}{\sqrt{1 + (R\omega C)^2}}$ $Z = \frac{R\omega L}{\sqrt{R^2(1 - \omega^2 LC)^2 - (\omega L)^2}}$

1	2
Transfigurația din triunghi în stea și invers	$R_1 = \dfrac{R_{12}R_{31}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}}$; $R_2 = \dfrac{R_{12}R_{23}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}}$; $R_3 = \dfrac{R_{23}R_{31}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}}$; $R_{12} = \dfrac{R_1R_2 + R_1R_3 + R_2R_3}{R_3}$; $R_{23} = \dfrac{R_1R_2 + R_1R_3 + R_2R_3}{R_1}$; $R_{31} = \dfrac{R_1R_2 + R_1R_3 + R_2R_3}{R_3}$

Relații între căderile de tensiune sau pierderile de putere și dimensiunile conductoarelor

Căderea de tensiune ΔU	c.c.	$\Delta U = r_0 lI = lI/\gamma s = lP/\gamma sU$
	c.a monofazat	$\Delta U = lI(r_0 \cos\varphi + x_0 \sin\varphi)$; pentru $U \leqslant 500$ V: $\Delta U = lIr_0 \cos\varphi = lI \cos\varphi/\gamma s = lP/\gamma sU$
	c.a. trifazat	$\Delta U = \sqrt{3} l\, I(r_0 \cos\varphi + x_0 \sin\varphi)$; pentru $U \leqslant 500$ V: $\Delta U = \sqrt{3} lIr_0 \cos\varphi = \sqrt{3} lI \cos\varphi/\gamma s = lP/\gamma sU$
	%	$\Delta U\% = 100\ \Delta U/U$
Pierderi de putere în conductoare (v. fig. de la ΔU)	c.c.	$\Delta P = r_0 lI^2 = lI^2/\gamma s = lP^2/\gamma sU^2$
	c.a. monofazat	$\Delta P = r_0 lI^2 + lI^2/\gamma s = lP^2/\gamma sU^2 \cos^2\varphi$
	c.a. trifazat	$\Delta P = 3 r_0 lI^2 = 3lI^2/\gamma s = lP^2/\gamma sU \cos^2\varphi$
	%	$\Delta P\% = 100\ \Delta P/P$

Notă: Semnificația simbolurilor, v. § 1.2.1 cu precizările și completările : ρ și γ sînt exprimate în mm^2/m, respectiv Sm/mm^2; s — secțiunea conductorului în mm^2; α — coeficientul termic al materialului conductorului, în 1/grd (v. § 2.1.1); ρ_0 — rezistivitatea la temperatura de 20°C'

în mm^2/m (v. § 2.1.1); θ, Δθ — temperatura, respectiv supratemperatura conductorului în sarcină, în °C; d — distanța dintre barele extreme, în cm; b, h — lățimea totală (a pachetului), respectiv înălțimea barelor, în cm; d_{med} — distanța medie geometrică între conductoare (în c.a. monofazat, $d_{med} = d_{12}$, iar în c.a. trifazat, $d_{med} = \sqrt{d_{12}d_{32}d_{31}}$); r — raza conductorului, în cm; l — lungimea circuitului, în m (v. fig. de la ΔU); r_0, x_0 — rezistența, respectiv reactanța specifică, în Ω/m·

Exemplul 1.1. O LEA — 3 × 380 V, 50 Hz, avînd $l = 150$ m, conductoare Al — 240 mm² pe consolă orizontală cu $d_{12} = d_{23} = 40$ cm, transportă o putere de 100 kW la $\cos\varphi = 0{,}9$ și $\theta = 50$°C. Se cere determinarea mărimilor posibile cazului, specificate în § 1.2.3.

$$\rho_{50} = 0{,}0294\,(1 + 0{,}004 \cdot 30) = 0{,}033\ \Omega\,\text{mm}^2/\text{m};$$

$$R_{50} = 0{,}033 \cdot 150/240 = 0{,}021\ \Omega;$$

$$L_0 = 4{,}6\,\lg(50{,}4/1) + 0{,}5 \cdot 10^{-7} = 8{,}366 \cdot 10^{-7}\ \text{H/m};$$

$$X_L = 2\pi\, 50 \cdot 150 \cdot 8{,}277 \cdot 10^{-7} = 0{,}039\ \Omega;$$

$$Z = \sqrt{0{,}021^2 + 0{,}039^2} = 0{,}043\ \Omega; \quad G = 0{,}021/0{,}043^2 = 11{,}36\ \text{S};$$

$$B = 0{,}039/0{,}043^2 = 21{,}09\ \text{S}; \quad Y = 1/0{,}043 = 23{,}26\ \text{S};$$

$$S = 100 \cdot 10^3/0{,}9 = 111\ \text{kVA}; \quad Q = 100 \cdot 0{,}48 = 48\ \text{kvar};$$

$$I = \frac{100 \cdot 10^3}{1{,}73 \cdot 380 \cdot 0{,}9} = 169\ \text{A}; \quad \Delta U = 1{,}73 \cdot 169\,(0{,}021 \cdot 0{,}9 + 0{,}039 \cdot 0{,}468) = 1{,}1\ \text{V};$$

$$I_a = 169 \cdot 0{,}9 = 152\ \text{A}; \quad \Delta U\% = 100 \cdot 1{,}1/380 = 0{,}29\%;$$

$$I_r = 169 \cdot 0{,}468 = 79\ \text{A}; \quad \Delta P = 3 \cdot 0{,}021 \cdot 169^2 \cdot 10^{-3} = 1{,}8\ \text{kW}.$$

Exemplul 1.2. Se dă circuitul din fig. 1.1, *a* căruia i se aplică la borne $U = 220$ V. Se cere determinarea rezistenței echivalente și a curenților.

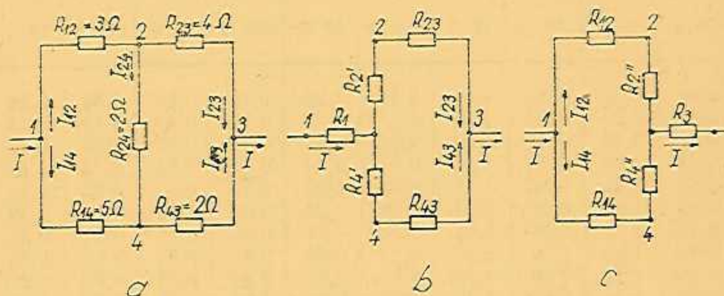


Fig. 1.1. Transfigurarea triunghiului în stea:

a — rețea dublu triunghi; *b* — transfigurarea triunghi-stea 124; *c* — transfigurarea triunghi-stea 234.

Calculul rezistențelor :

Din fig. 1.1, *b*:

$R_1 = 3 \cdot 5/(3+5+2) = 1{,}5\ \Omega;$

$R_2'' = 3 \cdot 2/(3+5+2) = 0{,}6\ \Omega;$

$R_4'' = 5 \cdot 2/(3+5+2) = 1{,}0\ \Omega;$

$$R = 1{,}5 + \frac{(0{,}6+4)(1+2)}{0{,}6+4+1+2} = $$

$$= 3{,}316\ \Omega;$$

Din fig. 1.1, *c*:

$R_3 = 4 \cdot 2/(4+2+2) = 1{,}0\ \Omega;$

$R_2'' = 4 \cdot 2/(4+2+2) = 1{,}0\ \Omega;$

$R_4'' = 2 \cdot 2/(4+2+2) = 0{,}5\ \Omega;$

$$R = 1 + \frac{(3+1)(5+0{,}5)}{3+1+5+0{,}5} = $$

$$= 3{,}316\ \Omega;$$

Calculul curenților;

Din fig. 1.1, *b* și 1.1, *c*:

$I = 220/3{,}316 = 66{,}3\ \text{A};$

$I_{23} = 66{,}3\,(3{,}316 - 1{,}5)/$

$/(0{,}6+4) = 26{,}17\ \text{A};$

$I_{43} = 66{,}3\,(3{,}316 - 1{,}5)/$

$/(1+2) = 40{,}13\ \text{A};$

$I_{12} = 66{,}3\,(3{,}316 - 1)/(1+3) =$

$= 38{,}38\ \text{A};$

$I_{14} = 66{,}3\,(3{,}316 - 1)/(0{,}5+5)$

$= 27{,}92\ \text{A};$

Din fig. 1.1, *a*:

$I_{24} = 38{,}38 - 26{,}17 = -(27{,}92 - 40{,}13) = 12{,}21\ \text{A}.$

1.2.4. *Corespondența între cosinusul și tangenta aceluiași unghi*

cos φ	tg φ	cos φ	tg φ	cos φ	tg φ	cos φ	tg φ	cos φ	tg φ
0,40	2,29	0,52	1,64	0,64	1,20	0,76	0,86	0,88	0,54
0,41	2,23	0,53	1,60	0,65	1,17	0,77	0,83	0,89	0,51
0,42	2,16	0,54	1,56	0,66	1,14	0,78	0,80	0,90	0,48
0,43	2,09	0,55	1,52	0,67	1,11	0,79	0,78	0,91	0,46
0,44	2,04	0,56	1,48	0,68	1,08	0,80	0,75	0,92	0,43
0,45	1,98	0,57	1,44	0,69	1,05	0,81	0,72	0,93	0,39
0,46	1,93	0,58	1,41	0,70	1,02	0,82	0,69	0,94	0,36
0,47	1,88	0,59	1,37	0,71	0,99	0,83	0,67	0,95	0,33
0,48	1,85	0,60	1,33	0,72	0,96	0,84	0,65	0,96	0,29
0,49	1,78	0,61	1,30	0,73	0,94	0,85	0,62	0,97	0,25
0,50	1,73	0,62	1,27	0,74	0,91	0,86	0,59	0,98	0,20
0,51	1,69	0,63	1,23	0,75	0,88	0,87	0,57	0,99	0,14

1.2.5. *Valoarea curenților pentru 1 kW la tensiunile standardizate sub 1 kV*

c.c.

U, V	6	12	24	48	110	120	220	440
I, A	166,7	83,3	41,7	20,8	9,1	8,33	4,55	2,27

Curent alternativ monofazat

U, V	6	12	24	42	48	110	127	220
I, în A, pentru cos φ:								
1,00	166,7	83,3	41,7	23,8	20,8	9,1	7,9	4,55
0,95	175,4	87,7	43,9	25,1	21,9	9,6	8,3	4,8
0,90	185,2	92,6	46,3	26,5	23,1	10,1	8,7	5,1
0,85	196,1	98,0	49,0	28,0	24,5	10,7	9,3	5,3
0,80	208,3	104,2	52,1	29,8	26,0	11,4	9,8	5,7
0,75	222,2	111,1	55,6	31,7	27,8	12,1	10,5	6,1
0,70	238,1	119,0	59,5	34,0	29,8	13,0	11,2	6,5
0,65	256,4	128,2	64,1	36,6	32,1	14,0	12,1	7,0
0,60	277,8	138,9	69,4	39,7	34,7	15,2	13,1	7,6
0,55	303,0	151,5	75,8	43,3	37,9	16,5	14,3	8,3
0,50	333,3	166,7	83,3	47,6	41,7	18,2	15,7	9,1
0,45	370,4	185,2	92,6	52,9	46,3	20,2	17,5	10,1
0,40	416,7	208,3	104,3	59,5	52,1	22,7	19,7	11,4

Curent alternativ trifazat

U, V	220	380	500	U, V	220	380	500
I, în A, pentru cos φ:				I, în A, pentru cosφ:			
1,00	2,63	1,52	1,16	0,65	4,04	2,34	1,78
0,95	2,77	1,60	1,22	0,60	4,38	2,54	1,93
0,90	2,92	1,69	1,28	0,55	4,78	2,77	2,10
0,85	3,09	1,79	1,36	0,50	5,25	3,04	2,31
0,80	3,28	1,90	1,45	0,45	5,84	3,38	2,57
0,75	3,50	2,03	1,54	0,40	6,57	3,80	2,89
0,70	3,75	2,17	1,68	0,35	7,51	4,35	3,30

Exemplu de utilizare: Curentul pentru 1357 kW la tensiunea alternativă trifazată de 380 V și cosφ = 0,95 este:

$$I = 1357 \cdot 1{,}6 = 2172 \text{ A.}$$

1.3. Categoriile de medii în care se pot amplasa instalațiile electrice

1.3.1. *Categoriile de medii în funcție de pericolul de incendiu (P. 118-83)*

Categoria A: locurile cu substanțe care pot să se aprindă sau să explodeze în contact cu aerul, apa sau alte substanțe, cu lichide cu $T_{iv} < 28°C$ și cu gaze sau vapori cu $L_{iex} < 10\%$ — cînd sînt în cantități favorabile amestecului exploziv și nu sînt utilizate ca combustibil.

Categoria B: locurile cu lichide cu $T_{iv} = 28 \ldots 100°C$, gaze sau vapori cu $L_{iex} > 10\%$, suspensii de fibre, praf sau pulberi, cînd sînt în cantități favorabile amestecului exploziv și nu sînt utilizate ca combustibil.

Categoria C: locurile cu materiale combustibile solide sau cu lichide cu $T_{iv} > 100°C$, dacă: 1) nu-s utilizate pentru comenzi hidraulice, răcire, ungere și tratamente termice în cantități de peste 2 m^3 sau pentru ardere: 2) materialele combustibile din spațiul respectiv, inclusiv cele din utilaje sau pentru ambalajul și depozitarea materialelor incombustibile (palete sau rafturi combustibile) depășesc 15 000 kcal/m^2 (63 MJ/m^2); 3) cantitatea de ulei a echipamentului electric depășește 60 kg/unitate, iar materialul combustibil al fluxurilor de cabluri depășește 2,5 kg/m flux.

Categoria D: Locurile cu substanțe incombustibile în stare fierbinte, topită sau incandescentă, cu degajare de căldură radiantă, flăcări sau scîntei sau cu substanțe solide lichide sau gazoase ce ard ca combustibil.

Categoria E: locurile cu substanțe sau materiale incombustibile în stare rece sau combustibile în stare de umiditate înaintată, deci fără posibilități de aprindere.

1.3.2. *Categoriile de încăperi în funcție de numărul de persoane pe care îl pot adăposti*

Săli aglomerate: încăperile distincte sau cu comunicație directă între ele, cu mai puțin de 4 m^2/persoană și unde pot fi simultan: 1) oricîte persoane, în sălile de teatru dramatic

sau muzical: 2) minimum 150 persoane, în alte săli de spectacol și în săli de întruniri, expoziții, cluburi și case de odihnă, aflate la etaj; 3) minimum 200 persoane pentru cazul 2), dar la parter, precum și în săli cu alte destinații, cu excepția vestiarelor din anexele social-administrative ale întreprinderilor unde se admit minimum, 400 persoane.

Încăperi cu aglomerări de persoane: alte încăperi decît cele anterior arătate, în care se pot afla simultan minimum 50 persoane, fiecăreia revenindu-i maximum 4 m² de pardoseală.

1.3.3. *Categoriile de medii normale (I7)*

U_0 — **încăperi uscate:** umiditatea relativă sub 75% (camere de locuit, birouri, magazine, săli de clasă, teatre, cinematografe, ateliere mecanice sau de tîmplărie etc.).

U_1 — **încăperi umede cu intermitență** (ceață și condensații pe pereți de scurtă durată): umiditatea relativă peste 75% perioade scurte (bucătării și WC-uri în locuințe, călcătorii și uscătorii de bloc, pivnițe aerisite, șoproane etc.).

U_2 — **încăperi umede** (ceață și condensații frecvente pe pereți, fără igrasie): umiditate relativă obișnuit 75 ... 97% (băile și spălătoriile din locuințe, WC-urile din clădirile civile și industriale, bucătăriile din cantine și restaurante etc.).

U_3 — **încăperi ude** (ceață și condensații permanente pe pereți, cu igrasie): umiditatea relativă obișnuit peste 97% (băi și dușuri sociale, spălătorii industriale, WC-uri publice, camere frigorifice, spălătorii de vehicule etc.).

K — încăperi cu agenți corozivi: cu degajări sau infiltrații continui sau periodice, cu acțiune distructivă asupra metalelor (ateliere de acoperiri metalice, stații de încărcare acumulatoare etc.).

T — spații cu temperaturi ridicate: peste +40°C în permanență zonele cuptoarelor și de turnare din turnătorii etc.)

PI — spații cu praf incombustibil: cu degajări sau infiltrări în cantități periculoase prin depunere pe echipamentul electric (fabrici de ciment, depozite de nisip etc.).

PC — spații cu praf, scame sau fibre combustibile în suspensie în cantități insuficiente formării amestecurilor de aprindere sau explozie (unele ateliere de tîmplărie, depozite de cărbune etc.).

M — spații cu pericol de loviri mecanice, care pot degrada echipamentele electrice (zone de comunicații și manipulări de materiale, suprafețe verticale sub înălțimea de 2 m etc.).

CE — încăperi cu pericol de electrocutare, avînd elemente de construcție (pereți, pardoseli etc.) și dotări conducătoare de electricitate.

EE — încăperi destinate exclusiv echipamentelor electrice și accesibile numai personalului autorizat (stații electrice, camere de comandă etc.)

I — spații expuse intemperiilor (soare, ger, ploaie, zăpadă, gheață etc.) în general neprotejate prin clădiri.

L — zonă de litoral, lată de 3 km în lungul țărmului maritim.

Notă. Simbolurile M, I nu-s normate, ci introduse de autor, mediile respective fiind lipsite de simbol.

1.3.4. *Categoriile de medii cu pericol de explozie (I.D.17)*

E Io — locurile unde amestecurile explozive de gaze sau vapori inflamabili există permanent, în condiții normale de funcționare.

E I — locurile unde amestecurile explozive de gaze sau vapori inflamabili există: 1) intermitent sau periodic, în condiții normale de funcționare; 2) frecvent, datorită neetanșeităților sau operațiilor de întreținere și reparații; 3) ocazional, la avarii sau funcționări anormale ale instalațiilor tehnologice.

E Ia — locurile unde: 1) gazele sau lichidele inflamabile sînt păstrate, manipulate sau depozitate în vase sau instalații închise, din care pot scăpa accidental (la avarii sau funcționări anormale); 2) concentrațiile periculoase sînt evitate obișnuit prin ventilație mecanică; 3) pot pătrunde concentrații periculoase din încăperile vecine de categoria EI.

E Ib — locurile unde: 1) gazele sau vaporii inflamabili au $L_{iex} > 15\%$ și miros puternic la concentrația limită

admisă; 2) lucrul se face sub nișe sau hote de absorbție; 3) cantitățile de gaze și vaporii nu pot forma concentrații periculoase.

E II — locurile unde: 1) praful combustibil este în suspensie permanent, intermitent sau periodic în funcționare normală și-n cantități favorabile aprinderii și exploziei; 2) oprirea sau funcționarea anormală a instalațiilor ar duce la formarea concentrațiilor periculoase, posibil să fie aprinse de deranjamente concomitente la instalația electrică; 3) pot apărea prafuri bune conducătoare de electricitate.

E IIa — locurile unde praful combustibil nu este în mod normal în suspensie dar se poate depozita pe echipamente, îngreunînd cedarea căldurii în exterior sau putîndu-se aprinde de la arcurile electrice sau scînteile produse.

E III — locurile unde se manipulează, fabrică sau folosesc în procesul de fabricație fibre sau materiale care produc scame ușor combustibile în suspensie, dar în cantități nepericuloase.

E IIIa — locurile în care se manipulează și depozitează fibre ușor combustibile.

1.3.5. *Categoriile de medii în funcție de pericolul de electrocutare (STAS 8275)*

Foarte periculoase: umiditatea relativă peste 97%, temperatura aerului peste 35°C, suprafața din zona de manipulare ocupată de obiecte conductoare legate electric la pămînt peste 60%, medii corozive.

Periculoase: primele trei condiții de sus cu valorile: 75 ... 97%, 30 ... 35°C, sub 60%; în plus cu: pardoseli conductoare (beton, pămînt etc.), pulberi conductoare (grafit, pilituri metalice etc.), fluide care micșorează rezistența electrică a corpului omenesc.

Puțin periculoase: umiditatea relativă maximum 75%, temperatura aerului 15 ... 35°C, pardoseli izolante.

Notă. Pentru primele două categorii, condiția de clasificare este îndeplinirea singulară sau cumulată a criteriilor menționate.

1.3.6. *Categoriile de zone exterioare funcție de gradul de poluare (PE 109/81)*

Caracteristicile zonei (definirea categoriilor A, B, C se dă în nota finală)		Distanța, în km, față de sursa de poluare, pentru gradul de poluare I	II	III	IV
1		2	3	4	5
1. Zone forestiere, montane, agricole nefertilizate chimic, sate și orașe fără surse poluante		Nu se normează	—	—	—
2. Zone agricole fertilizate chimic		—	Nenormat	—	—
3. Zone mlăștinoase, lîngă cursuri de apă sau cu ceață frecventă		—	0—1	—	—
4. Triaje și traversări c.f. cu tracțiune cu abur, zone cu trafic rutier intens, orașe mari		—	Perimetrul zonei respective	—	—
5. Instalații chimice:	categoria A	⊳10	7—10	5—7	0—5
	categoria B	⊳7	5—7	0—5	—
	categoria C	⊳3	0—3	—	—
6. Industria metalurgică, construcții mașini, prelucrare metale, materiale construcții, categoria:	A	⊳7	5—7	3—5	0—3
	B	⊳5	3—5	0—3	—
	C	⊳3	0—3	—	—
7. Prelucrarea lemnului, alimentelor, produselor animaliere, textile, categoria:	A	⊳5	3—5	0—3	—
	B	⊳3	0—3	—	—
8. Extragerea minereurilor, categoria:	A	⊳7	5—7	3—5	0—3
	B	⊳5	3—5	0—3	—
	C	⊳3	0—3	—	—
9. Instalații sanitare și de salubritate, ferme zootehnice		⊳3	0—3	—	—
10. Centrale termoelectrice ⊳150 tcc/h	Comb. solid	⊳4	2—4	0—2	—
	Păcură	⊳3	1—3	0—1	—
	Gaze naturale	⊳1	0—1	—	—

1		2	3	4	5
11. Centrale termoelectrice ⩽150 tcc/h	Comb. solid	⩾5	3–5	0–3	–
	Păcură	⩾3	2–4	0–2	–
	Gaze naturale	⩾1	0–1	–	–
12. Zone litoral față de paralela 44°30′ la:	sud	⩾18	15–18	10–15	0–10
	nord	⩾10	7–10	5–7	0–5
13. Terenuri saline cu concentrație:	⩽3%	–	Zona	–	–
	>3%	–	–	Zona	–

Notă. 1. Clasificarea industriilor după acțiunea noxelor asupra izolației externe a instalațiilor electrice:

— **Industria chimică**: A — întreprinderi de amoniac, acid azotic, îngrășăminte azotoase, acid sulfuric, bioxid de sulf, acid clorhidric și produse clorurate, acid fluorhidric și sărurile lui, sulfuri și hidrogen sulfurat, produse sodice, îngrășăminte chimice complexe (superfosfați), celuloză și hîrtie, fibre artificiale, săruri minerale, carbid, negru de fum; *B* — întreprinderi de prelucrarea petrolului, coloranți organici și produse intermediare, coloranți minerali, medicamente sintetice, monomeri pentru mase plastice, cauciuc sintetic; *C* — solvenți și reactivi organici, distilare lemn, rășini sintetice, prelucrarea mecanică a materialelor plastice, lacuri și vopsele, laminate din hîrtie sau țesături îmbibate cu rășini, produse galenice, tanini;

— **Industria metalurgică, construcției de mașini și prelucrarea metalelor**: *A* — întreprinderi de preparare cocs, topire fontă, topire metale neferoase direct din minereuri și din concentrate; *B* — producerea aluminiului și metalelor neferoase, topirea oțelului prin metode Martin, în convertizoare sau în cuptoare electrice, turnarea fontei, măcinarea zgurei, înnobilarea metalelor: *C* — întreprinderi pentru prelucrarea mecanică a metalelor, acumulatoare, cabluri, aparate și mașini electrice;

— **Industria materialelor de construcții**: *A* — fabrici de ciment, var, magnezită, dolomit; *B* — fabrici de prelucrare zgură; *C* — fabrici de prefabricate din beton, cărămidă, sticlă, piese faianță și porțelan, carton asfaltat;

— **Industria extractivă**: A — extragerea sării brute și cărbunelui, brichetare cărbune; *B* — extragerea minereurilor din subteran și înnobilarea lor; *C* — extragerea țițeiului;

— **Industria prelucrării lemnului**: *B* — fabrici de cherestea, placaje, prefabricate din lemn; *C* — instalații de obținerea cărbunelui din lemn și conservarea lemnului;

— **Industria textilă**: *A* — ateliere de îmbibare chimică a țesăturilor cu hidrogen sulfurat, de decolorare a fibrelor ; *B* — ateliere de îmbibare a țesăturilor cu lacuri și uleiuri izolante, filaturi de bumbac;

— **Industriile nenominalizate mai sus** se încadrează prin asimilare.

2. Distanțele se măsoară de la locul emanației noxei (coș de fum, secție industrială, depozit cărbune etc.).

3. Zonele de litoral despărțite de mare prin perdele protectoare sau relief favorabil reținerii picăturilor de apă de mare se pot considera protejate contra efectelor poluării.

4. La stabilirea gradului de poluare se va ține seama că: sursa cea mai nocivă este determinantă, măsurările în teren au prioritate în caracterizarea zonei, condițiile atmosferice defavorabile (ceață frecventă și persistentă, umiditate intensă și staționară) sau vînturi dominante cer adaptarea izolației corespunzător gradului de poluare imediat superior.

5. ICEMENERG, la comandă, poate defini prin măsurători sau comparare cu întreprinderi similare, gradul de poluare al zonei care interesează.

1.4. Protecția mecanică a echipamentelor electrice

1.4.1. *Grade normale de protecție*

Protecția contra atingerii părților interioare sub tensiune și contra pătrunderii corpurilor străine conform STAS 5325-79, 625-71, 5860-81)			Protecția contra pătrunderii apei: Fără protecție	Protejat contra picăturilor de apă căzute vertical	Protejat contra picăturilor de apă căzute sub un unghi de maxim 15° de verticală	Protejat contra apei ce cade ca ploaia	Protejat contra stropirii cu apă	Protejat contra jeturilor de apă	Protejat contra condițiilor de pe nave	Protejat contra imersării temporare sub apă	Protejat contra imersării îndelungate sub apă
			0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	Fără protecție		●								
1	Protejat la pătrunderea corpurilor străine solide mai mari de	50 mm	O	X	A						
2		12 mm	O	●	●	●					
3		2,5 mm	O	O	O	●	A				
4		1 mm	A	O	A	O	●				M
5		parțial	A				●	●	M		
6		total	A					O	O		A

Condiții suplimentare care se pot cere, simbol		
	W	Protejat contra unor condiții atmosferice
	S	Probat la pătrunderea apei cu motor oprit
	M	Idem, cu motorul în mers

Notă. 1. S-au notat: *M* — mașini electrice (excepție ultimul); *A* — aparate electrice; *X* — mașini și aparate electrice ; *O* — aparate și transformatoare electrice; ● — mașini, aparate și transformatoare electrice.

2. Mod de simbolizare: IP urmat de: *W* (dacă este necesar), prima cifră 0 ... 6 (protecția contra atingerii sau pătrunderii corpurilor străine), a doua cifră 0 ... 8 (protecția contra pătrunderii apei), M sau S (dacă este necesar). Exemple:

— IP30 — protejat contra pătrunderii corpurilor străine solide mai mari de 2,5 mm și neprotejat contra pătrunderii apei;

— IPW54 — protejat contra intemperiilor, parțial contra pătrunderii prafului și contra stropirii cu apă;

— IP45M — protejat contra pătrunderii corpurilor străine mai mari de 1 mm și contra jeturilor de apă, cu probe cu motorul în mers.

1.4.2. *Protecția antiexplozivă*

Tipuri de protecție	Grupele de protecție (v. nota 2)			Agenți explozivi uzuali pe clase temperatură (v. nota 3)					
	Denumirea — destinația	Simbolul	*w* mm	T1 450°	T2 300°	T3 200°	T4 135°	T5 100°	T6 85°
	I. Antigrizutoasă — mine	Ex..I	0,5	T1	—	—	—	—	—
	II. Antiexplozivă — alte sectoare	Ex..IIA	0,5	T1	T2	T3	T4	—	—
		Ex..IIB	0,3	T1	T2	—	T4	—	—
		Ex..IIC	0,2	T1	T2	—	—	T5	—

Moduri de protecție	Denumirea	Simbolul	Destinația
	Capsulare antideflagrantă Capsulare presurizată Înglobare în nisip Imersie în ulei Protecție specială	d p q o s	Pentru părțile din echipamentul electric unde se produc arcuri și scîntei electrice sau încălziri periculoase în funcționare normală
	Siguranță mărită Siguranță intrinsecă	e i	Idem, fără arcuri și scîntei. La circuite de slabă putere ce nu aprind mediul din jur

Notă. 1. Tabelul respectă prevederile STAS 6877/1 ... 11 și ID. 17-1973.

2. S-a notat *w* — interstițiul maxim admis constructiv la modul de protecție d pentru *L* = 25 mm.

3. Încadrarea informativă a unor gaze și vapori cu pericol de explozie pe grupe de explozie și clase de temperartură:

— grupa I: T1 — metan;

— grupa IIA: T1 — acetonă, amoniac, acetat de etil, acetat de metil, acid acetic, acid cianhidric, alcool metilic, clor benzen, clorură de metil, clorură de vinil, etan, gaz natural, metan industrial, naftalină, oxid de carbon, propan, propilenă, toluen, p-xilen; T2 — acetat de amil, acetat de butil, acetat de propil, acetat de vinil, alcool butilic (butanol), alcool etilic, benzină grea, ciclohexanină, etilbenzen, izooctan, motorină, izopentan; T3 — benzină, gazolină, ciclohexan, n-decan, n-heptan, n-hexan, hidrogen sulfurat, n-nonan, octan, pentan, țiței; T4 — aldehidă acetică, eter etilic;

— grupa IIB: T1 — gaz aerian, etilenă; T2 — butadienă, oxid de etilenă, oxid de propilenă; T4 — dioxan;

— grupa IIC: T1 — hidrogen, gaz de apă; T2 — acetilenă; T5 — sulfură de carbon.

4. Echivalența dintre vechile și noile simboluri:

STAS 6877-68	A	Ex	a	v, vp	t	n	u
STAS 6877/1-73	Ex..I	Ex...II	d	p	i	q	o
STAS 6877-68	s	x	A	I	II		III
STAS 6877/1-73	e	s	I	IIA	IIA sau IIB		IIB
STAS 6877-68	IV	G1	G2	G3	G4	G5	—
STAS 6877/1-73	IIC	T1	T2	T3	T4	T5	T6

5. Exemple de simbolizare: Ex.d.I — protecție antigrizutoasă prin capsulare antideflagrantă; Ex.e.IIA.T3 — protecție antiexplozivă sub grupa IIA prin siguranță mărită cu limita de temperatură admisă de 200°C.

1.4.3. *Protecția climatică*

Tipul protecției	Caracteristicile zonei macroclimatice						
	t_{ma}, °C	t_{Ma}, °C	t_m, °C	t_M, °C	t_{meda}, °C	φ, %	Alte aspecte
N	−33	+40	−50	+45	0...15	rar>80	—
F	−60	+40	−65	+45	−10... 1	rar>80	v. nota 3
TH	+ 1	+45	−10	+50	20...27	⩾80	v. nota 3
TA	−10	+50	−20	+55	22...27	—	v. nota 3
T	Climat tropical-umed (TH) și tropical-uscat (TA)						
U	Toate zonele macroclimatice de uscat						
M	−30	+40	−40	+45	—	—	v. nota 3
MT	+ 1	+45	—	—	—	v. nota 2	v. nota 3
MU	Climat marin tropical-rece (M) și tropical (MT)						
W	Toate zonele macroclimatice de uscat și marine						

Categoria de exploatare (v. nota 4)	1	În aer liber
	2	În spații practic numai acoperite (tip șopron)
	3	În încăperi închise dar neclimatizate
	4	În încăperi închise climatizate

Nota. 1. Semnificația simbolurilor: protecție pentru exploatare pe uscat (inclusiv rîuri, lacuri) în zone macroclimatice cu climat: N — temperat, F — rece, TH — tropical-umed, TA — tropical-uscat; T — tropical umed și uscat, U — toate zonele (protecție generală); protecție pentru exploatare în zone macroclimatice cu climat marin: M — temperat-rece; MT — tropical, MU — temperat-rece și tropical; W — protecție universală (pentru toate zonele macroclimatice de uscat și marine).

2. Zonele muntoase pot diferi ca încadrare față de zonele din jur.

3. Alte aspecte climatice pentru zonele: F — prezența chiciurii, gheții, vîntului cu pulberi fine de zăpadă; TH — φ se dă pentru cel puțin 12 h din 24 h timp de 2 ... 12 luni/an, prezența ploilor torențiale, acțiunea factorilor biologici, radiațiile solare, condensația umezelii, uneori acțiunea prafului; TA — radiația solară intensă, variații mari ale temperaturii în 24 h, conținut ridicat de praf și nisip în aer; M — umiditate și conținut de săruri în aer ridicate; MT — umiditate mai mică ca în TA, conținut ridicat de sare în aer.

4. Pentru produsele complexe, categoria de exploatare se referă la ansamblu și nu la componente interioare.

5. Exemplu de simbolizare: TH2 — Protecție climatică pentru zonă cu macroclimat tropical-umed cu exploatare în spații exterioare acoperite.

6. Se respectă prevederile STAS 6535-83, 6692-83.

1.4.4. *Producția instalațiilor electrice în zone poluate*

Pe cît posibil instalațiile exterioare se amplasează în zonele nepoluate (grad I și II — v. § 1.3.6). Cînd nu-i posibil, justificat tehnico-economic, se admite amplasarea în zone de gradul III sau IV de poluare, dacă:

— Există echipamente cu lungimea minimă a liniei de fugă specifice L_f conform condițiilor din tabelul următor:

Specificarea instalației montate în exterior	L_f, cm/V pentru $U \leqslant 110$ kV și poluare:			
	grad I	grad II	grad III	grad IV
Linii electrice aeriene	1,5	2,0	2,7	3,6
Echipamente electrice	1,7	2,0	2,4	2,4
Lanțuri de izolatoare de susținerea conductoarelor flexibile	2,0	2,3	2,8	2,8...3,6

— Se iau măsuri suplimentare de combatere a efectelor poluării prin acoperire cu unsori protectoare și spălare a depunerilor poluante; cînd acestea sînt solubile în apă sau neaderente se prevăd instalații fixe sau mobile de spălare sub tensiune;

— Se dă posibilitatea scoaterii parțiale de sub tensiune a instalațiilor în vederea curățirii, fără afectarea consumatorilor, prin asigurarea accesului ușor (construcții joase și semiînalte);

— Se adoptă instalații asupra cărora poluarea are efecte minime cum ar fi: scheme de comutație simple (preferabil bloc) cu transformatoare de curent înglobate și cu renunțarea pe IT la transformatoarele de măsură, preferarea îmbinării conductoarelor prin sudură și nu prin cleme, evitarea montării în stații vertical, în V, în Y sau Λ a izolatoarelor de suspensie;

— În zonele corozive construcțiile metalice vor fi acoperite corespunzător asigurării durabilității cerute;

— LEA vor fi pe stîlpi metalici sau de beton; cînd se adoptă nevoit stîlpi de lemn, se iau măsuri contra aprinderii prin trăsnet, prevăzîndu-se coborîri metalice stabile termic;

— Cînd experiența exploatării instalațiilor similare existente în zonă dovedește necesitatea și altor măsuri, acestea se vor adopta.

În cazul în care nu se pot asigura aceste condiții, se adoptă instalații electrice interioare.

1.5. Utilizarea echipamentelor electrice funcție de mediu

Specificație[1]	În interior															În exterior		
	Categoriile A,B							Categoriile C, D, E										
	E.I	E.Ia	E.Ib	EII	E.IIa	E.III	E.IIIa	U_0	U_1	U_2	U_3	PI, PC	K	T	EE	U_3	I	S
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Conductoare neizolate	—	—	—	—	—	○	○	○	○	—	—	—	—	○	○	—	○	○
Conductoare izolate – Neprotejate	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	○	—	—	—	○	○
Conductoare izolate – Protejate în: IP, IPF, IPFR	—	—	—	—	—	—	—	○	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Conductoare izolate – Protejate în: PEL	—	—	—	○	○	○	○	—	—	○	○	○	○	○	—	○	—	—
Conductoare izolate – Protejate în: T	○	○	○	○	○	○	○	—	—	○	○	○	○	○	—	○	—	—
Conductoare izolate – Protejate în: IPY, IPFY	—	—	—	—	—	—	—	○	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Conductoare izolate – Protejate în: IPEY	—	—	—	—	—	—	—	—	—	○	○	○	○	—	—	○	—	—
Conductoare izolate – Cu manta (punte)	—	—	—	—	—	—	—	○	○	—	—	—	—	—	○	—	—	—

1			2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Cabluri electrice	Nearmate	... YY	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	–	○	○	○	○
		.., YP	○	○	○	○	○	○	○	–	–	–	○	○	○	–	○	–	–	○
		... YPY	○	○	○	○	○	○	○	–	–	–	○	○	○	–	○	–	–	○
		... HP	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	○	○	○	–	○	–	–	○
	Armate	... YAY	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	–	○	–	○	○
		... YPAY	○	○	○	○	○	○	○	–	–	–	○	○	○	–	○	–	○	○
		... HPB	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	○	–	○	–	–	–	–	–
		... HPBI	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	○	○
Bare neizolate	Neprotejate IP 00		–	–	–	–	–	○	○	○	○	–	–	–	–	○	○	○	○	–
	Protejate	IP 30	–	–	–	–	–	–	–	○	○	–	–	–	–	○	–	–	–	–
		IP 33	–	–	○	–	–	–	–	–	–	○	–	–	–	–	–	○	○	–
		IP 44	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	○	–	–	–	–	–	–
		IP 54	–	○	–	○	○	–	–	–	–	–	○	–	–	–	–	–	–	–
		Ex. d	○	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		Ex. i	○	○	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		Special	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	○	○	–	–	–	–	○
Aparate electrice, protecție:		IP 00	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	○	–	–	–
		IP 30	–	–	–	–	–	–	–	○	○	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		IP 33	–	–	–	–	–	–	–	–	–	○	–	–	–	–	–	○	○	–
		IP 44	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	○	–	–	–	–	–	–
		IP 54	–	–	○	–	–	○	○	–	–	–	○	–	–	–	–	–	–	–
		Ex. d	○	○	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		Ex. e, s	–	–	–	○	○	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		Specială	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	○	○	–	–	–	○
Corpuri de iluminat, protecție		IP 00	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	○	–	–	–
		IP 20	–	–	–	–	–	–	–	○	○	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		IP 33	–	–	–	–	–	–	–	–	–	○	–	–	–	–	–	○	○	–
		IP 54	–	–	○	○	○	○	○	–	–	–	○	○	–	–	–	–	–	–
		Ex. d	○	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		Ex. e, s	–	○	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		Specială	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	○	○	–	–	–	○
Mașini electrice rotative, protecție:		IP 00	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	○	–	–	–
		IP 22	–	–	–	–	–	–	–	○	○	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		IP 23	–	–	–	–	–	–	–	–	–	○	–	–	–	–	–	–	–	–
		IP 44	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	○	–	–	–	–	–	–
		IP 54	–	–	○	○	○	○	○	–	–	–	○	–	–	–	–	–	○	–
		Ex. d	○	○	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		Ex. e, s	–	○	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		Specială	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	○	○	–	–	–	○

1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Transformatoare condensatoare, protecție:	IP 00	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	○	–	–	–
	IP 20	–	–	–	–	–	–	–	○	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	IP 21	–	–	–	–	–	–	–	–	○	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	IP 23	–	–	–	–	–	–	–	–	–	○	–	–	–	–	–	○	○	–
	IP 44	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	○	–	–	–	–	–	–
	IP 54	–	–	○	–	○	○	○	–	–	–	○	–	–	–	–	–	–	–
	Ex. (v.²)	○	○	–	○	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	Specială	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	○	○	–	–	–	○
Unelte portative, protecție	IP 00	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	○	–	–	–
	IP 30	–	–	–	–	–	–	–	○	○	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	IP 33	–	–	–	–	–	–	–	–	–	○	–	–	–	–	–	○	–	–
	IP 44	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	○	–	–	–	–	–	–
	IP 54	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	○	–	–	–	–	–	–	–

Notă: 1. Semnificația simbolurilor utilizate în tabel:

– În capul tabelului, v. tabelul 1.2; excepție face S – spațiu exterior special (corosiv, cu praf, zonă litoral etc.);

– Pentru cabluri: – YY – cabluri nearmate cu izolație și manta de PVC; – YP, – HP – idem, cu izolație de PVC, respectiv hîrtie și manta de Pb; – YPY – idem, cu izolație de PVC și manta de Pb cu înveliș exterior din PVC; – YAY – cabluri armate cu izolație și înveliș exterior de PVC; – YPAY – idem, cu izolație de PVC, manta de Pb și înveliș exterior de PVC; – HPB, – HPBI – idem, cu izolație de hîrtie și manta de Pb, fără, respectiv cu înveliș exterior combustibil;

– Pentru protecția echipamentelor, v. tabelele 1.4.1 și 1.4.3.

2. În privința condițiilor de utilizare:

– În încăperile de categoriile A, B, C conductoarele și barele neizolate neprotejate se pot utiliza numai ca linii de contact pentru alimentări prin culegători de curent (este însă preferabilă utilizarea cablurilor trenate);

– Conductoarele izolate neprotejate, tuburile PVC și cablurile cu manta de PVC montate aparent în încăperi de categoria C se admit numai dacă o avarie în aceste instalații nu poate provoca un incendiu;

– Temperatura mediului trebuie să fie cuprinsă în limitele –25... +40°C pentru tuburile PVC și –30... +40°C pentru cablurile cu izolație și manta de PVC;

– Materialul conductoarelor neprotejate și învelișul exterior al conductoarelor izolate, tuburilor de protecție, cablurilor și carcaselor trebuie să fie rezistente la acțiunea corozivă a mediului de amplasare, iar în exte-

rior, și la intemperii; stabilitatea materialelor la acțiunea principalilor agenți chimici este indicată, spre orientare, în tabelul următor:

Specificație	HCl 5%/50%	HNO_3 5%/50%	H_2SO_4 5%/50%	CH_3COOH 5%/50%	HF	Cl	M(OH)	NH_3
Cupru	P/N	N/N	M/N	S/M	N	N	S	N
Aluminiu	N/N	N/M	N/N	P/N	N	N	N	P
Oțel	N/N	N/N	N/N	N/N	N	N	M	M
Plumb	P/N	N/N	M/P	P/P	N	M	P	S
Staniu	S/M	M/P	S/M	M/M	N	M	M	S
Alamă	P/N	P/N	S/N	P/N	N	P	S	N
Porțelan	S/M	S/M	S/S	S/M	S	S	P	S
Cauciuc	S/M	M/P	P/N	S/M	M	S	S	M
PVC dur	S/S	S/S	S/S	S/S	M	S	S	S
PVC plastic	S/S	S/M	S/M	S/M	S	P	M	S

unde: HCl — acid clorhidric, HNO_3 — acid azotic, H_2SO_4 — acid sulfuric, CH_3COOH — acid acetic, HF — acid fluorhidric, Cl — clor, M(OH) — bază M, NH_3 — amoniac, N — nestabil, P — puțin stabil, M — mijlociu stabil, S — suficient de stabil;

— Tuburile și cablurile cu înveliș de PVC nu pot fi montate îngropat în elemente de construcție combustibile; se pot monta însă aparent pe aceste elemente, dacă se interpune un strat de material incombustibil;

— Transformatoarele și condensatoarele pentru medii cu pericol de explozie se montează obișnuit în încăperi separate, bine ventilate; cînd este absolut necesar se pot monta și în mediul cu pericol de explozie, numai dacă sînt fără lichide combustibile de răcire și dacă sînt în protecție antiexplozivă corespunzătoare (v. § 1.4.2);

3. Tabelul respectă prevederile normativelor I7-78, I.D.17-1973, P 118/83 și indicațiile întreprinderilor producătoare de echipamente.

1.6. Personalul autorizat să proiecteze, execute, exploateze și întreține instalațiile electrice

1.6.1. *Electricianul autorizat*

Proiectarea, execuția și verificarea instalațiilor electrice de alimentare și utilizare nu pot fi îndeplinite decît de personal calificat (ingineri, maiștri, tehnicieni sau muncitori calificați), care a obținut autorizarea Ministerului Energiei Electrice în urma unui examen de verificare a cunoștințelor teoretice și practice necesare.

Autorizația este de cinci grade, diferențiate după studiile, practica și cunoștințele electricianului precum și după complexitatea și importanța lucrărilor pe care acesta urmează să le execute; competențe:

Gradul autorizației	1	2	3	4	5
$P_{i,max}$,kW;U_{max},kV	10; 1	100; 1	oricît; 35	oricît; 60	oricît

Examenul pentru obținerea calității de electrician autorizat se ține periodic în întreprinderile furnizoare de energie electrică. Candidații trebuie să prezinte o cerere de înscriere la care se anexează chitanța de plată a taxei de examen și actele doveditoare a calificării profesionale și a funcției. Exercitarea dreptului de electrician autorizat se face numai în cadrul organizației economice în care acesta este angajat și pentru lucrările din competența organizației respective limitate la gradul autorizației. Nu se admit lucrări pe cont propriu.

Pentru lucrările de instalații electrice, beneficiarul, prin electricianul autorizat executant, trebuie să înainteze furnizorului de energie electrică:

— Înainte de execuție, dosarul preliminar cu cererea-tip de avizare a proiectului și a începerii lucrării și cu planul și schema instalației care urmează să se execute;

— După execuție, dosarul definitiv cu: cererea de branșament, declarația electricianului autorizat asupra execuției lucrării, planul și schema definitive ale instalației executate, eventuale alte date cerute de furnizor.

1.6.2. *Personalul de exploatare, întreținere și execuție al instalațiilor electrice*

Atribuții:

— personalul de exploatare: servirea operativă și/sau întreținerea curentă a instalațiilor electrice;

— personalul de întreținere: execuția lucrărilor de revizie, reparații și remedieri ale eventualelor avarii, pentru menținerea instalațiilor în starea corespunzătoare;

— personalul de execuție: execuția lucrărilor de investiții și reparații ale instalațiilor electrice în cadrul unei unități de construcții-montaj specializate.

Condiții de desfășurarea activității cerute personalului:

— să fie sănătos fizic și psihic, fără infirmități care l-ar stînjeni în activitatea profesională;

— să posede cunoștințe tehnice și de protecție a muncii corespunzătoare funcției pe care o îndeplinește.

Pentru încadrarea personalului într-o activitate în care va lucra independent:

— inițial i se va face un instructaj privind cunoașterea regulilor generale de exploatare tehnică a instalațiilor electrice, a normelor de protecția muncii și a instalațiilor pe care le va executa, exploata sau repara;

— după verificarea însușirii acestor cunoștințe, va face ca dublură un stagiu de 12 zile la locul de muncă sub îndrumarea unui electrician experimentat, maistru sau inginer, putînd executa lucrări numai cu permisiunea și sub supravegherea acestuia;

— la expirarea stagiului, va fi verificat de o comisie numită de conducerea întreprinderii pentru admiterea definitivă (în caz negativ, se admite încă o verificare după 15 zile).

Semestrial pentru muncitori, anual pentru maiștri și ingineri și ori de cîte ori este necesar, se vor verifica cunoștințele, de către comisii numite de conducerea întreprinderii, relativ la:

— cunoștințele profesionale și obligațiile ce reies din actele normative în vigoare legate de activitatea profesională desfășurată;

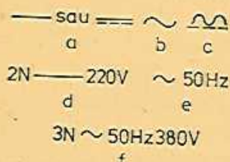
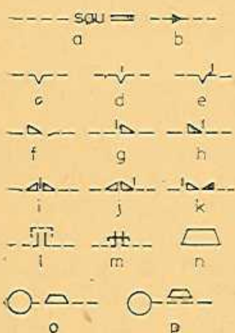
— cunoașterea normelor de protecția muncii, a pericolelor de accidentări și a acordării primului ajutor;

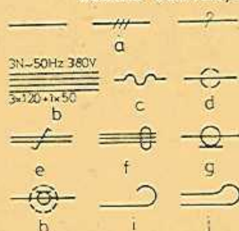
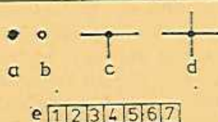
— cunoașterea normelor de pază contra incendiilor, a posibilităților de incendiu și a utilizării mijloacelor de alarmare și stingerea a incendiilor în instalațiile respective.

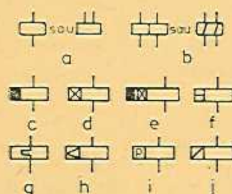
Personalul fără drept de exploatare a instalațiilor electrice se admite în încăperile cu instalații sub 1 000 V, însă numai cu permisiunea energeticului-șef, locțiitorului lui sau șefului secției și numai sub stricta supraveghere a unui electrician calificat cel puțin în grupa III NPM.

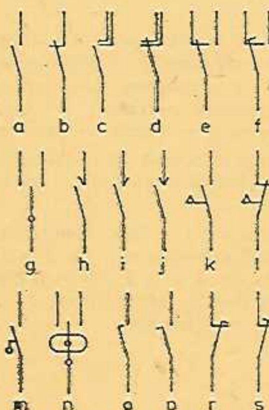
1.7. Semne și notații convenționale folosite în schemele și planurile de instalații electrice

1.7.1. *Semne convenționale*

Semnul convențional	Semnificația semnului convențional
1	2
Semne convenționale generale	
	Natura curentului: *a* — continuu; *b* — alternativ; *c* — pulsatoriu sau redresat. Exemple: *d* — c.c., 2 conductoare active și neutru, 220 (110 V între extreme și neutru); *e* — c.a., 50 Hz; *f* — c.a. trifazat cu neutru, 50 Hz, 380 V (220 V între fază și neutru).
	Sensul mișcării; *a* — translație; *b* — rotație (ultimul, cu limitare de cursă).
	Comandă mecanică: *a* — legătură mecanică; *b* — revenire automată; *c* — idem, neautomată; *d* — dispozitiv de blocare pozițională blocat; *e* — idem, deblocat; *f* — dispozitiv de zăvorîre într-un sens; *g* — idem, blocat; *h* — idem, eliberat; *i* — idem, în 2 sensuri blocat; *j* — idem, în 2 sensuri eliberat; *k* — idem, în 2 sensuri cu blocare, stînga fiind blocată; *l* — cuplaj mecanic decuplat; *m* — idem, cuplat; *n* — frînă; *o* — motor cu frînă strînsă; *p* — idem, liberă.

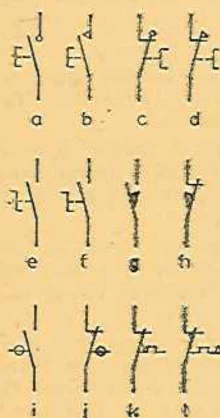
1	2
a b c d e f g h i j k l m n o p	Comandă mecanică manuală: *a* — semn general; *b* — cu restricție la acces; *c* — prin tragere; *d* — prin împingere; *e* — prin rotire; *f* — prin volan; *g* — prin levier; *h* — prin manetă amovibilă; *i* — prin cheie; *j* — prin buton de securitate. Comandă: *k* — prin resort; *l* — hidraulică sau pneumatică; *m* — electromagnetică; *n* — prin motor electric; *o* — prin efect termic; *p* — prin ceas electric.
a b c d e	Comandă prin mărimi neelectrice: *a* — nivelul unui fluid; *b* — debit de fluid; *c* — debit de gaz; *d* — număr de evenimente; *e* — efect higrometric.
a b c d e f g	Diverse: *a* — legare la pămînt, semn general; *b* — idem, de protecție; *c* — legare la masă; *d* — echipotențialitate; *e* — ecran (conturul se adaptează la situație); *f* — defect; *g* — magnet permanent.
Semne convenționale pentru elemente de circuit	
	Conductor, grup de conductoare, linie, circuit: *a* — reprezentare monofilară; *b* — reprezentare multifilară (circuit de c.a. trifazat, 50 Hz, 3 conductoare 120 mm² și unul de 50 mm²); *c* — conductor flexibil; *d* — conductor ecranat; *e* — conductor răsucit; *f* — conductoare în manta comună (cablu); *g* — conductor coaxial; *h* — idem, ecranat; *i* — cablu neracordat la o extremitate; *j* — idem, și izolat.
	Borne și conexiuni: *a* — conexiune de conductor; *b* — bornă; *c* — derivație simplă; *d* — derivație dublă; *e* — cleme de șir (regletă de borne).

1	2
a b c d	Dispozitiv de conectare: *a* – priză și fișă monopolare; *b* – idem, tripolare; *c* – ansamblu de conectoare cuplate (partea fixă și partea mobilă); *d* – dispozitiv de conectare (închis, deschis)
a b c d e f	Rezistoare: *a* – semn general; *b* – cu rezistență variabilă; *c* – cu contact mobil; *d* – cu două prize fixe; *e* – șunt; *f* – element de încălzire.
a b c d	Condensator: *a* – semn general; *b* – polarizat; *c* – variabil; *d* – variabil, cu două armături mobile.
a b c d e f g	Inductanță: *a* – semn general; *b* – cu miez magnetic; *c* – idem, și întrefier; *d* – cu prize fixe; *e* – cu miez magnetic variabil continuu; *f* – variabilă în trepte cu contact mobil; *g* – variometru.
	Dispozitive de protecție
a b c d e f g h i	*a* – Siguranță fuzibilă; *b* – siguranță fuzibilă-întreruptor-separator; *d* – siguranță fuzibilă cu circuit de semnalizare separat; *e* – eclator; *f* – eclator dublu; *g* – paratrăsnet; *h* – tub cu gaz limitator de tensiune; *i* – tub cu gaz limitator simetric.
	Relee electrice
	Elemente de comandă: *a* – bobină cu o înfășurare; *b* – idem, cu două înfășurări; *c* – bobină de releu cu temporizare la revenire; *d* – idem, la acționare; *e* – idem, la revenire și acționare; *f* – bobină de releu cu acționare și revenire rapidă; *g* – pentru releu termic; *h* – pentru releu cu reținere mecanică; *i* – pentru releu polarizat; *j* – pentru releu cu remanență.

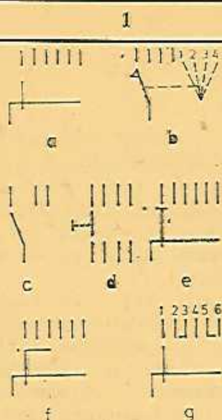
1	2
	Releu de măsură: *a* — de tensiune nulă; *b* — de curent invers; *c* — de putere activă minimă; *d* — de impedanță minimă; *e* — de sesizarea întreruperilor în înfășurări; *f* — idem, defazajului în sistem trifazat; *g* — de curent maxim temporizat; *h* — de curent maxim pentru 2 elemente de măsură cu reglaj de 5÷10 A; *i* — de curent maxim și minim cu reglaj peste 5 A și sub 3 A; *j* — de sesizare a scurtcircuitelor între spire; *k* — idem, a blocării rotorului prin măsurarea curentului; *l* — de putere reactivă maximă cu transport de energie spre bare, reglaj 1 Mvar și cu temporizare reglabilă 1÷10 s; *m* — de tensiune minimă, reglaj 50÷÷80 V și k_{rev} = 130%; *n* — Buchholz; *o* — dispozitiv de reanclanșare automată.
	Contact: *a* — normal deschis; *b* — normal-închis; *c* — dublu deschis; *d* — dublu închis. Contact cu 2 poziții (comutator): *e* — cu și *f* — fără întreruperea circuitului de comutare; *g* — cu poziție de mijloc. Contact pasager care se închide: *h* — la acționare; *i* — la revenire; *j* — atît la acționare cît și la revenire. Contact de zăvorîre: *k* — n.d.; *l* — n.î. Întreruptor: *m* — inerțial; *n* — cu mercur cu trei borne. Contact față de celelalte cu închidere: *o* — rapidă; *p* — întîrziată; cu deschidere: *r* — rapidă; *s* — întîrziată.

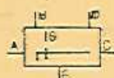
1	2
sau sau sau sau e a b c d f	Contact: *a* — n.d. cu temporizare la închidere; *b* — idem, la deschidere; *c* — n.î. cu temporizare la deschidere; *d* — idem, la deschidere; *e* — n.d. temporizat la închidere și deschidere; *f* — ansamblu de contacte cu 1 n.d. și 1 n.î. temporizate la deschidere.

Aparate auxiliare de comandă

	Buton acționat prin: *a* — împingere cu reținere; *b* — împingere cu revenire; *c* — tragere cu reținere; *d* — tragere cu revenire; *e* — rotire cu reținere; *f* — rotire cu revenire. Limitator de cursă: *g* — cu contact normal-dechis; *h* — cu contact normal-închis. Întreruptor: *i* — care funcționează sub efectul temperaturii cu 1 c.n.d.; *j* — idem, cu 1 c. n.î.; *k* — acționat prin efect termic (bimetal) cu 1 c.n.î; *l* — idem, cu zăvorîre.

1	2





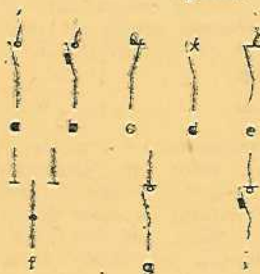
POZ \ BUC	A	B	C	D	E
1					
	+		+		
2	+	+	+	o	o
	+	+	+	o	o
3	+	+		o	o
		+			
4	+	+	+		
5	+	+	×	×	×
			×	×	×
6			×	×	×

h

Comutatoare multipolare: *a* — cu *n* poziții (exemplu 6); *b* — cu 4 poziții cu diagramă de poziție (cînd e necesar se indică prin text pe diagramă: funcția fiecărei poziții, modul și sensul de acționare etc.); *c* — cu 4 poziții fără contact pe poziția 2; *d* — cu 4 circuite independente comandate manual; *e* — cu 6 poziții cu scurtcircuitarea contactelor în timpul trecerii de la o poziție la alta; *f* — idem, cu scurtcircuitarea a 3 contacte pe fiecare poziție; *g* — cu 6 poziții (închiderea la contact 3 se face în avans, iar la contact 4 în urma celorlalte la un sens de rotirea cheii și invers la celălalt sens.

Comutatoare complexe: *h* — exemplu pentru comutator cu 6 poziții și 5 borne (*A*, *B*, *C*, *D*, *E*) însoțit de tabloul de conexiuni.

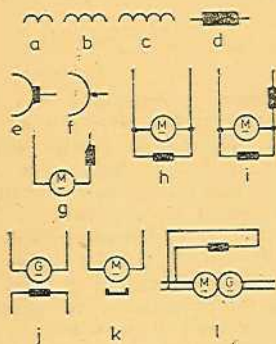
Aparate mecanice de conectare



a — Contactor; *b* — contactor asociat cu un releu de protecție; *c* — ruptor; *d* — disjunctor (întreruptor); *e* — separator; *f* — separator cu 2 poziții și cu poziție de izolare (separare) mediană; *g* — întreruptor-separator; *h* — întreruptor-separator cu deschidere automată.

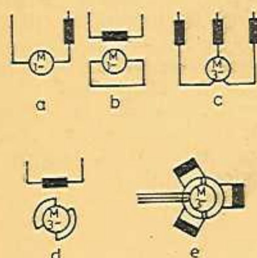
1	2

Mașini electrice rotative

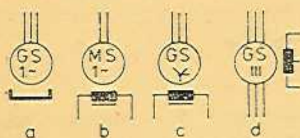


Elemente de mașini electrice: înfășurare *a* — de comutație; *b* — serie; *c* — derivație; *d* — semn general (se preferă mai departe); perie de colector: *e* — lamelar; *f* — inelar (se simbolizează numai dacă e necesară evidențierea).

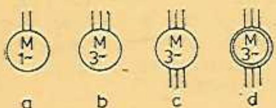
Mașini de c.c.: motor cu excitație *g* — serie; *h* — derivație; *i* — mixtă; *j* — generator cu excitație independentă; *k* — motor cu excitație cu magnet permanent; *l* — convertizor rotativ de c.c. cu excitație comună.



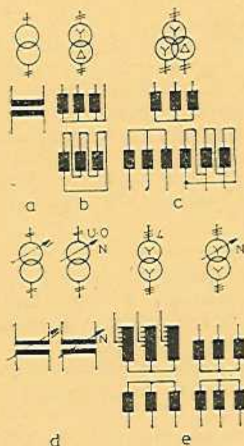
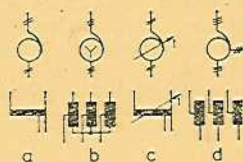
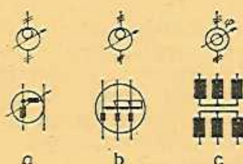
Mașini de c.a. cu colector: *a* — monofazat; cu excitație serie; *b* — monofazat cu repulsie; *c* — trifazat serie; *d* — monofazat cu repulsie, cu 2 sisteme de perii (tip Deri); *e* — trifazat cu caracteristică derivație, alimentat prin rotor, cu 2 rînduri de perii (tip Schrage).

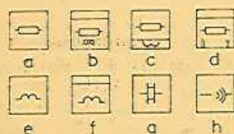


Mașini sincrone: *a* — generator trifazat cu excitație cu magneți permanenți; *b* — motor monofazat; *c* — generator trifazat conexiune stea cu neutrul scos; *d* — generator trifazat cu 6 borne.



Mașini asincrone: *a* — motor monofazat cu rotor în scurtcircuit, cu fază auxiliară și borne de ieșire; *b* — motor trifazat cu rotor în scurtcircuit; *c* — idem, cu 6 borne de ieșire pe stator; *d* — idem, cu rotor bobinat.

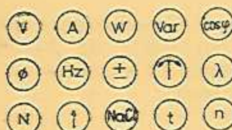
1	2
3~ C M a b	Diverse: *a* — comutatrice trifazată cu excitație derivație; *b* — motor pas cu pas.
Transformatoare, bobine de reactanță și de stingere	
	Transformator (reprezentare simplificată și detaliată): *a* — monofazat; *b* — trifazat cu 2 înfășurări (conexiune YD); *c* — idem, cu 3 înfășurări (conexiune YYD); cu tensiune reglabilă: *d* — monofazat (cu comutator cu prize cu reglaj continuu, respectiv cu prize și comutator manevrabil fără tensiune); *e* — trifazat (cu comutator cu 4 prize, respectiv cu comutator cu prize manevrabil sub sarcină).
	Autotransformator (reprezentare simplificată și detaliată): *a* — monofazat; *b* — trifazat, conexiune în stea; cu tensiune reglabilă: *c* — monofazat, cu reglaj continuu; *d* — trifazat cu 9 borne de ieșire.
	Regulatoare (reprezentare simplificată și detaliată): de inducție — *a* — monofazate; *b* — trifazate; *c* — de fază trifazat.

1	2
	Bobină de reactanță: *a* — normală; *b* — jumelată; *c* — bobină de stingere (Petersen).

Aparate și cuptoare electrotermice

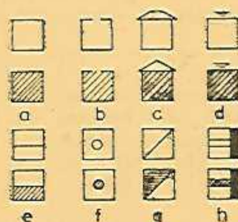
	Aparate de încălzire: cu rezistență — *a* — semn general, *b* — cu încărcătură solidă încălzită direct, *c* — sau lichidă încălzită indirect, *d* — cu încălzire directă în toată masa încărcăturii; cu inducție — *e* — semn general, *f* — pentru încălzire directă, *g* — aparat capacitiv, *h* — aparat cu ultrasunete.
	Cuptoare electrice: cu rezistență: *a* — semn general, *b* — cu încărcătură solidă în mediu lichid și încălzire în toată masa materialului, *c* — cu încărcătură solidă în mediu gazos și încălzire indirectă la suprafața materialului; cu electrozi: *d* — semn general, *e* — cu încălzire directă și încărcătură solidă; cu arc electric: *f* — cu încălzire indirectă, *g* — cu încălzire directă și încărcătură solidă; cu inducție: *h* — cu încălzire directă la suprafața încărcăturii, *i* — cu încălzire indirectă, *j* — capacitiv, *k* — cu radiații infraroșii; *l* — electronic.

Aparate electrice de măsurat

	Aparate indicatoare: voltmetru, ampermetru, wattmetru, varmetru, cosfimetru, fazmetru, frecvențmetru, indicator de sens curent, sincroscop, lambmetru, osciloscop, galvanometru, salinometru, termometru sau pirometru, tahometru.

1	2
W, W Var, N; a, b, c; Ah, Wh, Wh; d, e, f, g, h; Wh, Varh, Wh Wmax; i, j, k	Aparate înregistratoare: *a* — wattmetru, *b* — wattmetru şi varmetru (combinat), *c* — oscilograf; contoare: *d* — măsoară energia într-un sens, *e* — idem, în ambele sensuri, *f* — amperorămetru, *g* — de energie activă, *h* — idem, cu dublu tarif, *i* — de energie activă care comandă un dispozitiv repetitor, *j* — de energie reactivă, *k* — de energie activă cu dublu tarif şi cu indicator de maximum.
a, b, c, d	Transformator de curent (reprezentare simplificată şi detaliată): *a* — cu o înfăşurare; *b* — cu două înfăşurări pe miezuri separate; *c* — idem, pe miez comun; *d* — de secvenţă homopolară.
a, b, c	Transformator de tensiune: *a* — monofazat, sau bifazat; *b* — două monofazate conectate în V; *c* — trifazat cu conexiuni stea-stea-triunghi deschis.

Centrale, staţii şi tablouri de distribuţie electrice



Centrale electrice (existent/proiectat): *a* — semn general; *b* — exterioare; *c* — interioare; *d* — subterane; *e* — CTE — termoenergetică, *f* — CEN — — cu energie nucleară; *g* — CHE — hidroelectrică; *h* — CET — electrică de termoficare.

1	2
a b c d e f g h i j	Stații și posturi de transformare (existent/proiectat): *a* — semn general; *b* — exterioare; *c* — interioare; *d* — subterane; *e* — mobile; *f* — pe stîlp. Punct de alimentare (existent/proiectat): *g* — suprateran; *h* — subteran. Stații diverse (existent/proiectat): *i* — de redresare; *j* — de acumulatoare.
a b c d e f	*a* — Firidă de branșament. Tablouri de distribuție: *b* — pe placă electroizolantă; *c* — tip bloc de apartament; *d* — capsulat; *e* — metalic deschis; *f* — metalic închis.

Linii electrice

a b c d e f g h i j	Linie electrică: *a* — semn general; *b* — subterană; *c* — sub apă; *d* — aeriană. Cablu subteran de energie (existent/proiectat): *e* — 1÷10 kV; *f* — 15÷÷35 kV; *g* — peste 35 kV; cablu subteran; *h* — de semnalizare și protecție; *i* — telefonic și *j* — de iluminat, pentru exploatarea rețelei electrice.
a b c d e f	Accesorii pentru cabluri: *a* — cutie terminală; *b* — manșon de joncțiune; *c* — manșon pentru o derivație; *d* — idem, 2 direcții; *e* — cutie de distribuție; *f* — nișă.

1	2
a b c d e f g h i j k l m n sau o sau p r s t u v w x y	Stîlp de susținere (existent/proiectat): *a* — de lemn; *b* — de beton; *c* — din țeavă metalică; *d* — din profile laminate. Stîlp simplu de întindere, de colț, terminal (existent/proiectat): *e* — de lemn; *f* — din beton; *g* — din țeavă metalică; h — din profile laminate. Stîlp dublu: (existent/proiectat): *i* — din lemn; *j* — din beton. Stîlp A: simplu — *k* — din lemn; *l* — de beton; dublu: *m* — de lemn; *n* — de beton. Stîlp portal din stîlpi A sau simplu *o* — de lemn; *p* — de beton Stîlp ancorat: *r* — de lemn; *s* — de beton. Stîlp proptit: *t* — de lemn; de beton. Stîlp de lemn cu adaos de beton: *v* — simplu; *w* — dublu; *x* — A; *y* — portal.

1	2
a b	Branșament aerian prin : *a* — suport pe clădire; *b* — consolă cu izolatoare montată pe zid.
a b c	Diverse *a* — Funcție de redresare; *b* — element de acumulator; *c* — baterie de acumulatoare.
a b c d e f g h	Aparate de semnalizare: *a* — lampă de semnalizare (semn general); *b* — idem, cu pîlpîire; *c* — indicator; *d* — indicator cu circuit de semnalizare separat; *e* — indicator electromecanic cu o poziție fără curent și 2 poziții semnificative; *f* — claxon (hupă); *g* — sonerie; *h* — sirenă.
a b c d	Termocupluri: *a* — cu indicarea semnelor de polaritate; *b* — idem, îngroșat polul negativ; *c* — cu element încălzitor neizolat; *d* — cu element încălzitor izolat.

Semne convenționale pentru planuri de instalații electrice



Indicarea trecerii circuitelor prin planșee: *a* — urcă la nivelul superior; *b* — urcă de la nivelul inferior; *c* — coboară de la nivelul superior; *d* — coboară la nivelul inferior; *e* — trece la nivelul superior din cel inferior; *f* — trece la nivelul inferior din cel superior.

1	2
a b c d e f g h i j k l m	Întreruptor mono, bi și tripolar în execuție: *a* — normală; *b* — etanșă; *c* — antiexplozivă. Comutator mono, bi și tripolar în execuție: *d* — normală; *e* — etanșă; *f* — antiexplozivă; *g* — comutator de capăt; *h* — idem, cruce. Priză: *i* — bipolară fără contact de protecție; *j* — idem, cu c.p.; *k* — bipolară dublă fără c.p.; *l* — tripolară fără c.p.; *m* — idem, cu contact de protecție.
a b c d e f g h i j k	Corp de iluminat: cu lămpi incandescente pentru: *a* — iluminat general; *b* — de pază, *c* — de siguranță; cu lămpi cu descărcări: *d* — cu tuburi; *e* — cu becuri cu vapori sub presiune; *f* — balast; *g* — starter. Proiector: *h* — cu bec incandescent; *i* — cu bec cu vapori sub presiune; *j* — cu distribuție largă; *k* — idem, concentrată.
PC1 a b c d e f g	Instalații de avertizare: *a* — centrală de avertizare incendiu; avertizor de incendiu: *b* — manual; *c* — termic; *d* — de fum; *e* — automat; *f* — avertizor de pază; *g* — celulă fotoelectrică.
a b c d e burlan f g	Instalații de paratrăsnet: *a* — dispozitiv sau *b* — conductor de captare; *c* — legarea lui la conductorul de coborîre; *d* — conductor și *e* — electrod al prizei de pămînt; *f* — piesă de legare la elemente metalice ale construcției (*g* — exemplu la burlan).

1	2
a b c d e f g h i	Aparate și echipamente telefonice: *a* — firidă telefonică; *b* — rozetă (priză) telefonică; centrală telefonică: *c* — automată, *d* — cu BL, *e* — cu BC; *f* — post telex; post telefonic: *g* — cu BL, *h* — cu disc, *i* — pentru mai multe linii.
a b c	Aparate și echipamente de radioamplificare: *a* — amplificator; *b* — difuzor; *c* — microfon.
a b c d e f g h	Antene: *a* — radio; *b* — TV cu dipol deschis; *c* — TV cu dipol închis; *d* — RTV colectivă. Distribuitor de antenă colectivă cu o intrare și: *e* — două, *f* — trei, *g* — patru ieșiri; *h* — priză de antenă colectivă.
a b c d	Instalație de ceasuri: *a* — principal (mamă); *b* — cu contacte; *c* — cu motor; *d* — cu control de înscriere.

Notă. Semnele convenționale din tabel respectă indicațiile STAS 1590-3-71,4-71,6-71,7-71,9,71,11-75; STAS 1842-73; STAS 11381/2-80, 3-84,4-84,5-84,6-80,7-80,8-84,13-81,15-81,20-80,21-82,22-82,23-83,24-83,25-80,27-80,28-80,31-81;STAS 12120/1-83, 2-83,3-83,4-83,5-83,6-83.

1.7.2. *Litere reper pentru identificarea categoriei elementelor sau funcțiilor generale în schemele electrice*

Litera	Categoria elementului	Funcția generală
1	2	3
A	Ansambluri și subansambluri funcționale	Auxiliar
B	Traductoare	Direcția de mișcare
C	Condensatoare	Numărare

1	2	3
D	Elemente binare, dispozitive de memorare și de temporizare	Diferențial
E	Dispozitive diverse	—
F	Dispozitive de protecție	Protecție
G	Generatoare (dispozitive alimentare)	Încercare
H	Dispozitive de semnalizare	Semnalizare
I	—	Integrare
K	Relee și contactoare (diferite de cele din categoria F)	Apropiere (exemplu: poziționare de nivel)
L	Inductanțe	—
M	Motoare	Principal
N	Dispozitive de calcul, regulatoare	Măsurare
P	Instrumente măsură, dispozitive încercare	Proporțional
Q	Aparate de comutație pentru circuite electrice de forță	Stare (pornit, oprit, sfîrșit de cursă)
R	Rezistoare	Rearmare, ștergere
S	Aparate de comutație mecanică pentru circuitele electrice	Introducere în memorie, înregistrare
T	Transformatoare	Temporizare
U	Modulatoare, convertoare	—
V	Tuburi electronice, semiconductoare	Viteză (accelerație, frînare)
W	Căi transmisie, ghid unde, antene	Sumare
X	Borne, fișe, socluri	Multiplicare
Y	Dispozitive mecanice acționate electric	Analogic
Z	Sarcini corective, transformatoare hibride, filtre, egalizatoare, limitatoare	Numeric

Notă. Respectă prevederile STAS 12120/2-83.

2. MATERIALE ELECTROTEHNICE

2.1. Materiale conductoare

2.1.1. *Caracteristicile tehnice ale materialelor conductoare*

Denumirea materialelor	$\rho_{20°C}$ $\Omega \frac{mm^2}{m} \cdot 10^{-2}$	α $\frac{10^{-3}}{grd}$	$\lambda_{20°C}$ $\frac{10^{-6}}{grd}$	E $\frac{daN}{mm^2} \cdot 10^3$	σ_r $\frac{daN}{mm^2}$	V_H V	γ $\frac{kg}{dm^3}$
1	2	3	4	5	6	7	8
Cupru electrotehnic moale	1,748	3,93	16,42	13	21	+0,34	8,735
Idem, tare	1,748	3,93	16,42	10,6	38,2	+0,34	8,9
Bronz	1,92–11	4,00	16,6	9–13	50–85		7,4–8,9
Alamă Am58/85	7,1/5	1,3–2	17,5	8–10	18–88		8,9–8,73
Aluminiu	2,941	4,00	23,8	5,5	15,7	–1,34	2,647
Aldrey	3,33	3,60	23,0	6	30		2,7
Alcoro	3,28	3,60	23,0	5,6	29,4		2,647
Zinc laminat	5,92	4,19	39,5	13	11,2	–0,76	7,4
Zinc recopt	5,92	4,19	39,5	13	13,3	–0,76	7,4
Fier	10,00	6,57	12,3	21	50	–0,44	7,86
Oțel A (LEA)	14,2	4,5	11,0	18,8	39,2		7,647
Oțel B (LEA)	25,2	4,8	11,0	19,6	117,6		7,647
Oțel C (LEA)	25,2	4,8	11,0	19,6	137,3		7,647
Magneziu	4,6	3,9	26,0	4,5	20	–1,56	1,74
Wolfram	5,55	4,68	4,5	37–41	350	–0,58	19,32
Nichel moale	8,69	4,4–	13,0	20,5	40	–0,25	8,9
Nichel tare	9,52	–6,9	13,0	20,5	80	–0,25	8,9
Molibden	4,76	4,71	5,2	33,6	80–250		10,2

1	2	3	4	5	6	7	8
Platină	10,3	3,92	8,9	17	20—30	+0,86	27,45
Argint	1,6	3,6—4	19,68	8,2	25	+0,81	10,5
Aur	2,2	3,65	14,3	7,9	14	+1,5	19,29
Plumb	20,8	4,28	29,3	1,7	1,5	−0,13	11,34
Staniu	11,4	4,4	27,03	4,15	2,75	−0,10	7,3
Mercur	95,8	0,9	1,82			+0,86	13,546

Notă. Semnificația simbolurilor din capul tabelului este: $\rho_{20°C}$ rezistivitatea de 20°C; α — coeficient de variație a rezistivității cu tempezatura; λ — coeficient mediu de dilatație liniară; E — modulul de elasticitate; σ — rezistența specifică la rupere; V — potențialul electrochimic față de hidrogen; γ — masa specifică.

2.1.2. *Conductoare de bobinaj*

Tipuri standardizate (STAS 10570-83):

— conductoare emailate: Cu-EM-1(2;3)-105; Cu-EMU-2-105; Cu-ES-1(2)-105(130;155); Cu-ESA-1(2)-105(130); Cu-ET-1(2)-155(180; 220); Cu-ETs-1(2)-155; Cu-ETbF-2(3)-180; CuP-EM-1(2)-105; CuP-ET-1(2)-155; Al-EM-1(2)-105; AlP-EM-1(2)-105;

— conductoare izolate cu hîrtie: Cu-H; CuP-H; Al-H; AlP-H;

— conductoare izolate cu fibre textile: Cu-2(3)B; Cu-E(2)B; Cu-(2)Mt; Cu-E(2)Mt; CuP-2(3)B; CuPf-BT(4B); Al-2(3)B; AlP-2(3)B;

— conductoare izolate cu fire de sticlă: Cu-2S-1(2)-155(180); Cu-E2S-1(2)·155(280); CuP-2S-1(2)-155(180); CuP-E2S-1(2)-155(180); CuP-2Sy-1(2)-155(180).

Dimensiuni standardizate:

— Pentru conductoare rotunde, ∅, în mm: 0,025—0,032—0,04—0,05—0,063—0,071—0,08—0,09—0,1—0,112—0,125—0,14—0,16—0,18—0,2—0,224—0,25—0,28—0,315—0,355—0,4—0,45—0,5—0,56—0,63—0,71—0,75—0,8—0,85—0,9—0,95—1—1,06—1,12—1,18—1,25—1,32—1,4—1,5—1,6—2,12—2,24—2,36—2,5—2,65—2,8—3;

— Pentru conductoare dreptunghiulare, $a \times b$,în mm: a = 2—2,24—2,5—2,8—3,15—3,55—4—4,5—5—5,6—6,3—7,1—8—9—10—11,2—12,5—14—16; b = 0,8—0,9—1—1,12—1,25—1,4—1,6—1,8—2—2,24—2,5—2,8—3,15—3,55—4—4,5—5—5,6.

Semnificația simbolurilor: Cu, Al — conductor de cupru, aluminiu; *P* — secțiune dreptunghiulară (cînd lipsește, secțiunea este circulară); *E* — emailate; *M* — cu proprietăți mecanice ridicate; *S* — sudabil; *T* — cu stabilitate termică ridicată; *A* — termoaderent; *s* — cu șoc termic îmbunătățit; *F* — rezistent la agenți frigorifici; U — rezistent la ulei de transformator; *b* — aptitudine de bobinare îmbunătățită; 1, 2, 3 — gradul de izolație (simplă, dublă, triplă); 105, 130, 155, 180, 220 — indici de temperatură; *H* — izolație de hîrtie; B — înfășurare de bumbac sau bumbac în amestec cu fire sintetice; Mt — înfășurare de mătase; *T* — împletitură de bumbac sau de bumbac în amestec cu fire sintetice; f — flexibil; 2 S — două înfășurări cu fire de sticlă impregnate; 3Sy — două înfășurări cu fire de sticlă în amestec cu un fir sintetic impregnate.

2.1.3. *Cabluri și conducte electrice izolate*

2.1.3.1. Clasificarea cablurilor și conductelor electrice după comportarea la foc

Conform STAS 11388/7-80, după comportarea la foc, cablurile și conductele electrice pot fi:

— *Fără întîrziere la propagarea flăcării* (supuse un anumit timp unei flăcări de inițiere, continuă să ardă, flacăra proprie propagîndu-se pînă la distrugerea completă a epruvetei de încercare); exemple: (A)CHPAbI, CSHPI, CSHPAbI, CCHPI, CCHPAbI;

— *Cu întîrziere la propagarea flăcării* (supuse un anumit timp unei flăcări de inițiere, continuă să ardă, flacăra proprie propagîndu-se pe o lungime determinată, după care se stinge); exemple: (A)CYY-1kV, (A)CYAbY-1kV, (A)CYHSY-6kV, (A)CYHSAbY-6kV, (A)CYSEY-10 kV, (A)CYSEAbY-10 kV, (A)CYP-1 kV, (A)CYPY-1 kV, (A)CYPAbY-1 kV, ACHPAb-1(6) kV, CSYY, CSYAbY, CSYEY, CSYEAbY, CSHP, CSHPAb, CCHP, CCHPAb;

— *Cu întîrziere mărită la propagarea flăcării* (lungimea medie arsă la încercarea de grup nu depășește 50% din lungimea epruvetei în 10 min de ardere autonomă); exemple:

(A)CYY-F, CSYY-F, (A)CYAbY-F, CSYEY-F, CSYAbY-F, CSYEAbY-F;

— *Rezistente la foc* (supuse acțiunii prelungite a flăcării de inițiere, continuă să funcționeze normal timp nelimitat.

2.1.3.2. Cabluri de energie de utilizare normală

Tipuri constructive

Tipul cablului	U_n, kV	$n_c \times s_c$, mm^2	$n_c \times s_c$, mm^2
1	2	3	4
Cabluri cu izolație de hîrtie impregnată în manta de plumb (STAS 4481/2-80)			
ACHP	0,6/1	3 × 16 ÷ 150 4 × 10 ÷ 16	3 × (25 ÷ 150) + + 16 ÷ 70 —
ACHPAb	0,6/1	3 × 16 ÷ 150 4 × 10	3 × (25 ÷ (240) + + 16 ÷ 120 —
ACHPAbI	3,5/6	3 × 185	—
CHPAbI	0,6/1	3 × 16 ÷ 150	3 × (25 ÷ 150) + + 16 ÷ 70
Cabluri cu izolație de PVC în manta de plumb (STAS 2405-79)			
ACYP	0,6/1	1 × 4 ÷ 500 2 × 4 ÷ 120	3 × 4 ÷ 95 4 × 4 ÷ 35
ACYPY	0,6/1	1 × 25 ÷ 500 2 × 4 ÷ 120 3 × 4 ÷ 120	4 × 4 ÷ 35 3 × (25 ÷ 70) + + 16 ÷ 35 —
ACYPAbY	0,6/1	1 × 25 ÷ 185 2 × 6 ÷ 120 3 × 6 ÷ 95	4 × 6 ÷ 35 3 × (25 ÷ 70) + + 16 ÷ 35 —
CYP	0,6/1	1 × 1,5 ÷ 185 2 × 1,5 ÷ 120 3 × 1,5 ÷ 95	4 × 1,4 ÷ 35 3 × (25 ÷ 70) + + 16 ÷ 35 —
CYPY	0,6/1	1 × 25 ÷ 185 2 × 4 ÷ 120 3 × 4 ÷ 95	3 × (25 ÷ 70) + + 16 ÷ 35 4 × 4 ÷ 35 —
CYPAbY	0,6/1	1 × 25 ÷ 185 2 × 4 ÷ 120 3 × 4 ÷ 95	3 × (25 ÷ 70) + + 16 ÷ 35 4 × 4 ÷ 35 —

1	2	3	4
		Cabluri cu izolație și manta de PVC (STAS 8778/2-80)	
ACYY	0,6/1	1 × 4 ÷ 400 2 × 1,5 ÷ 16 3 × 1,5 ÷ 240	4 × 1,5 ÷ 35 3 × (25 ÷ 240) + + 16 ÷ 120 —
ACYAY	0,6/1	1 × 16 ÷ 400 2 × 4 ÷ 16 3 × 4 ÷ 120	4 × 1,5 ÷ 400 3 × (25 ÷ 240) + + 16 ÷ 120 —
ACYHSY	3,5/6	1 × 25 ÷ 300	3 × 25 ÷ 240
ACYHSAbY	3,5/6	1 × 25 ÷ 300	3 × 25 ÷ 240
ACYSEY	5,8/10	3 × 35 ÷ 150	—
ACYSEAbY	5,8/10	3 × 35 ÷ 150	—
A2YSY	12/20	1 × 95 ÷ 150	NID 6094-77
CYY	0,6/1	1 × 1,5 ÷ 400 2 × 1,5 ÷ 16 3 × 1,5 ÷ 240	4 × 1,5 ÷ 35 3 × (50 ÷ 240) + + 25 ÷ 120 4 × 2,5; 35 + 16
CYAnbY	0,6/1	1 × 2,5 ÷ 400 2 × 1,5 ÷ 16 3 × 1,5 ÷ 240	4 × 1,5 ÷ 185 3 × (25 ÷ 240) + + 16 ÷ 240 —
CYHSY	3,5/6	1 × 25 ÷ 300	3 × 25 ÷ 150
CYHSAbY	3,5/6	1 × 25 ÷ 300	3 × 25 ÷ 150
CYSEY	5,8/10	3 × 35 ÷ 150	
CYSEAbY	5,8/10	3 × 35 ÷ 150	—
NAYY-J	0,6/1	4 × 16 ÷ 500	VDE 0271/69

Notă. 1. Datele de mai sus se referă la producția actuală.

2. Simbolizare: C — cablu de energie; A (la început) — conductor de aluminiu (cînd lipsește, conductorul este de cupru); Y — izolație manta sau înveliș exterior din PVC; 2Y — izolație, manta sau înveliș exterior din polietilenă; H (după C) — izolație din hîrtie; H — semiconductor; S — ecran de cupru; E — ecran; P — manta de plumb; Ab — armătură din bandă de oțel; I — înveliș exterior de protecție din material fibros impregnat.

3. Temperatura de încălzire maximă admisă pentru cabluri, de care se ține seama la încărcarea lor (v. paragraful următor) este:

U_n, kV		1	6	10	20	30
θ, °C	... HP	80	80	65	65	60
	... Y, 2Y	70	70	60	60; **70**	55

(cu cifre grase s-a notat pentru cablul A2YSY-20 kV).

Încărcarea maximă admisă a cablurilor de energie în regim permanent

s_c mm²	⩽1 kV			6kV	10kV	20kV			35 kV		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Cabluri cu izolație din hîrtie și manta din plumb cu conductoare din cupru

a) Pozare în pămînt la 20°C

1,5	41	31	26	—	—	—	—	—	—	—	—
2,5	55	42	35	—	—	—	—	—	—	—	—
4	72	55	47	—	—	—	—	—	—	—	—
6	92	70	59	59	—	—	—	—	—	—	—
10	125	95	80	80	69	—	—	—	—	—	—
16	165	105	105	105	90	—	—	—	—	—	—
25	210	160	135	135	120	120	—	—	—	—	—
35	255	195	165	165	145	145	—		135	—	—
50	305	235	195	195	170	175	200	185	160	185	175
70	385	290	245	245	215	215	245	230	200	230	215
95	460	350	290	295	255	255	290	270	240	270	255
120	530	395	330	330	290	290	330	310	270	310	290
150	600	450	375	375	325	325	370	350	305	345	330
185	680	500	420	420	365	365	410	390	340	385	370
240	790	570	480	480	420	420	470	450	390	435	425
300	900	640	540	540	470	465	520	510	435	485	480
400	1060	740	620	620	540	530	530	590	500	550	530
500	1200	—	—	—	—	580	059	650	540	600	610

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
b) Pozare în aer la 30°C											
1,5	33	27	23	—	—	—	—	—	—	—	—
2,5	45	36	30	—	—	—	—	—	—	—	—
4	59	47	39	—	—	—	—	—	—	—	—
6	74	59	50	50	—	—	—	—	—	—	—
10	100	80	68	68	—	—	—	—	—	—	—
16	130	105	90	90	—	—	—	—	—	—	—
25	175	140	120	120	—	—	—	—	—	—	—
35	215	170	150	150	125	140	—	—	130	—	—
50	260	205	180	180	155	165	200	185	155	180	175
70	330	260	230	230	195	205	250	240	195	230	220
95	395	320	280	280	235	245	300	285	230	275	265
120	460	360	325	325	270	280	350	330	265	320	305
150	530	410	370	370	310	320	400	380	300	360	350
185	600	470	420	420	365	360	455	435	340	410	400
240	720	550	490	490	410	420	530	510	390	475	465
300	830	620	560	560	470	480	600	580	440	540	530
400	1000	740	660	660	550	560	700	690	510	630	630
500	1160	—	—	—	—	620	780	780	570	700	710

Cabluri cu izolație de hîrtie și manta de plumb cu conductoare de aluminiu

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
a) Pozare în pămînt la 20°C											
2,5	—	33	28	—	—	—	—	—	—	—	—
4	55	42	36	—	—	—	—	—	—	—	—
6	70	52	45	45	—	—	—	—	—	—	—
10	95	69	60	60	52	—	—	—	—	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
16	125	92	79	79	69	—	—	—	—	—	—
25	160	120	100	100	89	92	—	—	—	—	—
35	195	145	125	125	110	110	—	—	105	—	—
50	235	175	150	159	130	130	150	140	125	140	130
70	295	220	190	190	165	185	190	175	155	175	165
95	350	260	225	225	195	195	225	210	185	210	195
120	405	300	255	255	225	220	255	240	210	240	225
150	460	453	290	290	255	250	290	270	235	270	255
185	520	390	330	330	285	285	320	305	265	300	285
240	600	450	375	375	325	325	370	350	305	345	330
300	690	510	420	420	370	420	420	400	345	390	375
400	820	590	490	490	430	470	480	465	400	450	440
500	920	—	—	—	—	—	530	520	445	500	490

b) Pozare în aer la 30°C

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2,5	—	26	23	—	—	—	—	—	—	—	—
4	44	34	30	—	—	—	—	—	—	—	—
6	56	43	39	39	—	—	—	—	—	—	—
10	76	58	53	53	45	—	—	—	—	—	—
16	100	78	70	70	60	—	—	—	—	—	—
25	130	100	91	91	78	85	—	—	—	—	—
35	160	120	110	110	95	105	—	—	96	—	—
50	195	150	140	140	115	125	150	140	115	140	135
70	250	190	175	175	150	160	190	180	150	175	170
95	305	235	215	215	180	190	230	220	180	210	205
120	355	270	250	250	210	220	270	255	205	245	235
150	410	315	285	285	240	250	310	295	235	280	270
185	465	360	325	325	275	285	350	335	265	320	310
240	550	425	385	385	320	330	410	395	310	375	365

2.1.3.2 *(continuare)*

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
300	630	490	440	440	370	380	470	455	350	420	420
400	760	590	530	530	440	440	560	540	410	500	500
500	890	—	—	—	—	500	630	620	460	570	570

Cabluri cu izolație și manta de PVC cu conductoare de cupru

a) Pozare în pămînt la 20°C

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1,5	37	30	27	—	—	—	—	—	—	—	—
2,5	50	41	36	—	—	—	—	—	—	—	—
4	65	53	46	—	—	—	—	—	—	—	—
6	83	66	58	58	—	—	—	—	—	—	—
10	110	88	77	76	72	—	—	—	—	—	—
16	145	115	100	98	93	—	—	—	—	—	—
25	190	150	130	125	120	—	120	110	—	105	100
35	235	180	155	150	145	—	145	135	—	125	115
50	280	210	185	175	170	—	170	160	—	150	140
70	350	260	230	220	210	—	210	195	—	180	170
95	420	315	275	260	245	—	250	235	—	215	200
120	480	360	315	295	280	—	285	270	—	240	225
150	540	400	355	335	320	—	320	300	—	270	250
185	620	460	300	370	355	—	355	335	—	300	280
240	720	530	465	425	405	—	405	385	—	340	320
300	820	590	520	475	450	—	450	430	—	380	355
400	960	680	600	540	520	—	505	485	—	420	400
500	1110	—	—	—	—	—	560	540	—	460	440

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
				b) Pozare în aer la 30°C							
1,5	26	21	18	—	—	—	—	—	—	—	—
2,5	35	29	25	—	—	—	—	—	—	—	—
4	46	38	34	—	—	—	—	—	—	—	—
6	58	48	44	48	—	—	—	—	—	—	—
10	80	66	60	65	63	—	—	—	—	—	—
16	105	90	80	86	83	—	—	—	—	—	—
25	140	120	105	110	110	—	110	105	—	96	91
35	175	150	130	135	130	—	135	130	—	115	110
50	215	180	160	165	155	—	165	155	—	140	130
70	270	230	200	205	195	—	205	195	—	175	165
95	335	275	245	250	235	—	250	235	—	210	200
120	390	320	285	285	270	—	290	275	—	245	230
150	445	375	325	325	310	—	330	315	—	275	260
185	510	430	370	370	350	—	380	360	—	315	300
240	620	510	435	430	400	—	445	420	—	370	350
300	710	590	500	490	450	—	510	480	—	420	400
400	850	710	600	570	530	—	590	560	—	480	460
500	1000	—	—	—	—	—	670	610	—	540	520

Cabluri cu izolație și manta de PVC cu conductoare de aluminiu

a) Pozare în pămînt la 20°C

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2,5	37	30	27	—	—	—	—	—	—	—	—
4	52	42	36	—	—	—	—	—	—	—	—
6	68	52	45	—	—	—	—	—	—	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
10	86	69	60	—	—	—	—	—	—	—	—
16	113	90	78	—	—	—	—	—	—	—	—
25	150	115	100	97	92	—	95	88	—	82	76
35	180	140	120	115	110	—	110	105	—	97	91
50	215	165	145	135	130	—	170	155	—	115	105
70	270	200	175	170	160	—	210	190	—	140	130
95	325	245	215	200	190	—	250	225	—	165	155
120	375	275	245	230	215	—	280	255	—	190	175
150	420	315	275	260	245	—	310	285	—	210	195
185	480	355	310	290	280	—	280	260	—	235	220
240	560	415	360	330	315	—	320	300	—	270	250
300	640	465	410	380	355	—	360	340	—	300	280
400	740	540	470	425	410	—	405	385	—	335	315
500	860	—	—	—	—	—	455	430	—	375	350
b) pozare în aer la 30°C											
2,5	26	21	18	—	—	—	—	—	—	—	—
4	36	30	27	—	—	—	—	—	—	—	—
6	46	38	34	—	—	—	—	—	—	—	—
10	63	52	47	—	—	—	—	—	—	—	—
16	82	70	63	—	—	—	—	—	—	—	—
25	110	94	82	87	84	—	87	82	—	75	71
35	135	115	100	105	100	—	105	100	—	91	86
50	165	140	125	130	120	—	170	150	—	110	105
70	210	180	155	160	150	—	210	185	—	135	125
95	260	215	190	195	185	—	225	220	—	165	155
120	300	250	220	220	210	—	290	260	—	190	180
150	350	290	250	250	240	—	325	295	—	215	205
185	400	335	285	285	270	—	295	280	—	245	230

2.1.3.2. *(continuare)*

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
240	480	395	340	340	310	—	350	330	—	290	273
300	550	460	390	390	355	—	400	380	—	330	315
400	660	550	460	450	420	—	460	440	—	385	365
500	—	—	—	—	—	—	530	510	—	440	420

Notă. IMPORTANT ! Valorile din tabel vor fi corectate, funcție de condițiile de pozare, prin înmulțire cu coeficienții de corecție de mai jos și anume:

a. *La cablurile* (•) (• •) *utilizate în c.a.* (valorile din tabel sînt pentru c.c.)

s_c, mm²	1,5÷6	10÷50	70÷150	185÷240	240÷400
k_0	0,85	0,72	0,7	0,69	0,67

b. *La cablurile de 20 kV și 30 kV cu manta de aluminiu:*

s_c, mm²		25÷35	50÷120	150; 185	240; 300	400; 500
k_m	Cu	0,96	0,93	0,91	0,88	0,83
	Al	0,95	0,95	0,93	0,90	0,86

c. *La cablurile pozate în pămînt:*

$$k_p = k_{p1}k_{p2}k_{p3} \quad (2.1)$$

k_{p1} — *coeficient de corecție funcție de rezistența termică a solului*

Cablu $n_c \times s_c$, mm²	Rezistența termică specifică r_θ, °C·cm/W						
	70	100	120	150	220	250	300
1; 2 × 2,5 ÷ 25	1,09	1	0,95	0,88	0,80	0,73	0,69
1; 2 × 35 ÷ 95	1,11	1	0,94	0,87	0,78	0,71	0,66
1; 2 × 120 ÷ 240	1,12	1	0,94	0,86	0,78	0,70	0,65
1; 2 × 300	1,13	1	0,93	0,86	0,77	0,69	0,65
3; 4 × 2,5 ÷ 25	1,11	1	0,94	0,87	0,78	0,72	0,67
3; 4 × 35 ÷ 95	1,13	1	0,93	0,86	0,76	0,70	0,64
3; 4 × 120 ÷ 240	1,14	1	0,93	0,85	0,75	0,69	0,63
3; 4 × 300	1,15	1	0,92	0,85	0,75	0,68	0,63

Valori orientative pentru r_θ: sol obișnuit — 70; cuarț — 11; granit — 25; calcar — 45; nisip uscat — 310; nisip umed 10% (20%) — 105 (175); pămînt nisipos uscat 5% (8%) — 95 (60); pămînt argilos — 65.

k_{p2} — *coeficient de corecție funcție de numărul de cabluri alăturat*

Mod de pozare (d — între cabluri)	Numărul cablurilor alăturate							
	1	2	3	4	5	6	8	10
Direct în pămînt $d = 7$ cm	1,00	0,85	0,75	0,68	0,64	0,60	0,56	0,53
În țevi așezate în linie	0,82	0,74	0,70	0,67	0,65	0,63	0,60	0,58
Treflă (3 × monofazat), $d = 25$ cm	1,00	0,85	0,72	0,72	—	—	—	—

k_{p3} — *coeficient de corecție funcție de temperatura solului*

θ_c, °C	Temperatura mediului ambiant, °C					
	15	20	25	30	35	40
85	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83
80	1,04	1,00	0,96	0,91	0,87	0,82
70	1,05	1,00	0,95	0,89	0,84	0,77
65	1,05	1,00	0,94	0,88	0,82	0,75
60	1,06	1,00	0,93	0,87	0,79	0,71

θ_c — temperatura conductorului

d. *La cablurile pozate în aer:*

$$k_a = k_{a1} k_{a2} \tag{2.2}$$

k_{a1} – coeficient de corecție funcție de modul de pozare

Vezi fig. 2.1	Rafturi	Cabluri cu coordonatele în manta comună, pentru:									
		1	2	4	6	9	1	2	3	6	9
		Distanțate între ele					Alipite unul de altul				
a; b	—	0,95	0,90	0,88	0,85	0,84	0,90	0,84	0,80	0,75	0,73
c; d	1	0,95	0,90	0,88	0,85	0,84	0,95	0,84	0,80	0,75	0,73
	2	0,90	0,85	0,83	0,81	0,80	0,95	0,80	0,76	0,71	0,69
	3	0,88	0,83	0,81	0,79	0,78	0,95	0,78	0,74	0,70	0,68
	6	0,86	0,81	0,79	0,77	0,76	0,95	0,76	0,72	0,65	0,66
e; f	1	1,00	0,98	0,96	0,93	0,92	0,95	0,84	0,80	0,75	0,73
	2	1,00	0,95	0,93	0,90	0,89	0,95	0,80	0,76	0,71	0,69
	3	1,00	0,94	0,92	0,89	0,88	0,95	0,78	0,74	0,70	0,68
	6	1,00	0,93	0,90	0,87	0,80	0,95	0,76	0,72	0,68	0,66
g; h	—	1,00	0,95	0,90	0,87	0,86	0,95	0,78	0,73	0,68	0,66

Vezi fig. 2.1	Raft	Cabluri monofazate în sistem trifazat; nr. sisteme:								
		1	2	3	1	2	3	1	2	4
a;g;i	—	0,92	0,89	0,83	0,94	0,91	0,89	0,89	0,86	0,81
c; e	1	0,92	0,89	0,88	1,00	0,97	0,96			
	2	0,87	0,84	0,83	0,97	0,94	0,93			
	3	0,84	0,82	0,81	0,96	0,93	0,92			
	6	0,82	0,80	0,79	0,94	0,91	0,90			
j; m	—	0,95	0,90	0,88	1,00	1,00	1,00			
k; l	1	0,95	0,90	0,88	1,00	0,98	0,96			
	2	0,90	0,85	0,83	1,00	0,95	0,93			
	3	0,88	0,83	0,81	1,00	0,94	0,92			
	6	0,86	0,81	0,79	1,00	0,93	0,90			

Notă. Cînd distanțele față de perete și dintre cabluri depășesc 2 cm, respectiv 2∅cablu, $k_{a1} = 1$

2. Nr. de sisteme nu se normează.

k_{a2} – coeficient de corecție funcție de temperatura mediului ambiant

	θ_c, °C	Temperatura mediului ambiant, °C									
		15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
izolație hîrtie	80	1,05	1,05	1,05	1	0,95	0,89	0,84	0,78	0,71	0,63
	70	1,06	1,06	1,06	1	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61	0,50
	65	1,00	1,00	1,00	1	0,93	0,85	0,76	0,65	0,53	0,38
	60	1,00	1,00	1,00	1	0,91	0,82	0,71	0,58	0,41	—
izolație PVC	80	1,14	1,09	1,05	1	0,95	0,89	0,84	0,78	0,71	0,63
	70	1,17	1,12	1,06	1	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61	0,50
	65	1,19	1,13	1,07	1	0,93	0,85	0,76	0,65	0,53	0,58
	60	1,22	1,15	1,08	1	0,91	0,82	0,71	0,58	0,41	—

e. *La cablurile pozate în apă:*

$$k_h = 1,15 \qquad (9.3)$$

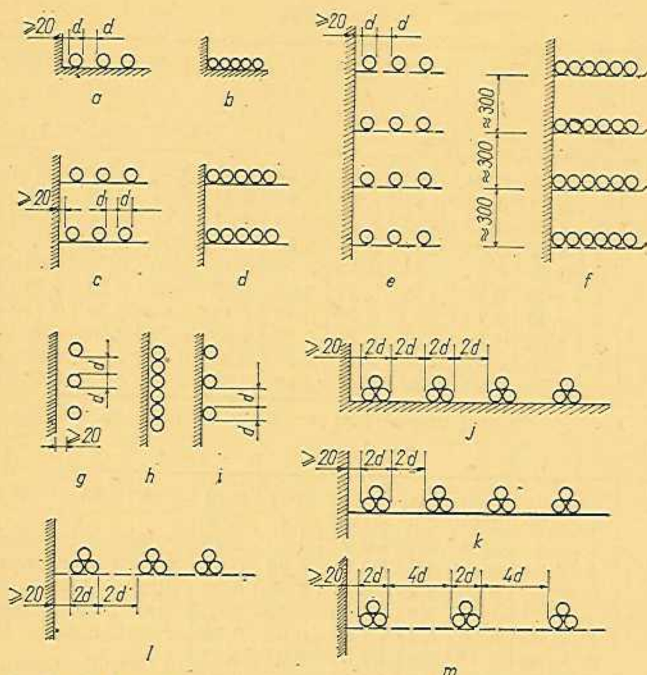


Fig. 2.1. Moduri de pozare a cablurilor în aer (se citește cu tabelul valorilor coeficientului k_{a1}):

a — pe pardoseală sau fund canal, alăturate; *b* — idem, alipite; *c* — pe pat de cabluri (circulația aerului împiedicată) alăturate; *d* — idem, alipite; *e* — pe grătare, alăturate; *f* — idem, alipite; *g* — pe stelaj sau perete, distanțate; *h* — idem, alipite; *i* — sistem trifazat din cabluri monofazate alăturate lipit de perete; *j* — idem, pe fund de canal sau pardoseală; *k* — idem, pe pat de cabluri; *l* — idem, pe grătare; *m* — idem, distanțate.

Exemplul de calcul 2.1. Se cere încărcarea maximă admisă pentru un cablu ACYY-1kV — 3 × 150 + 70 mm²; *a*) pozat îngropat în pămînt argilos din zonă de cîmpie, alături de alte 4 cabluri distanțate la 7 cm unul de altul; *b*) pozat într-o turnătorie cu temperatura la locul de pozare de +40°C, pe pat de cabluri cu două grătare cu 6 cabluri pe grătar.

a) Pentru pozarea în pămînt:

$$k_p = 1,14 \cdot 0,64 \cdot 1 = 0,73; \qquad I_{adp} = 0,73 \cdot 275 = 201 \text{ A}.$$

b) Pentru pozarea în aer:

$$k_a = 0,9 \cdot 0,87 = 0,783; \qquad I_{ada} = 0,783 \cdot 250 = 196 \text{ A}.$$

Rezistențele și reactanțele inductive specifice pentru cablurile trifazate în manta comună

s_c mm²	r_{020}, Ω/km		x_0, Ω/km, pentru tensiunile:				
	Cu	Al	1 kV	6 kV	10 kV	20 kV	30 kV
1,5	11,933	19,067	–	–	–	–	–
2,5	7,160	11,440	–	–	–	–	–
4	4,475	7,150	–	–	–	–	–
6	2,983	4,767	0,101	0,144	–	–	–
10	1,790	2,860	0,096	0,143	0,142	–	–
16	1,119	1,788	0,090	0,123	0,132	–	–
25	0,716	1,144	0,086	0,111	0,122	0,151	–
35	0,511	0,871	0,084	0,106	0,112	0,142	0,154
50	0,358	0,572	0,081	0,100	0,106	0,129	0,138
70	0,256	0,409	0,079	0,096	0,101	0,122	0,130
95	0,188	0,301	0,078	0,093	0,098	0,117	0,126
120	0,149	0,238	0,077	0,091	0,095	0,112	0,121
150	0,119	0,191	0,077	0,088	0,092	0,109	0,116
195	0,097	0,155	0,077	0,087	0,090	0,106	0,113
240	0,075	0,119	0,076	0,086	0,089	0,102	0,108
300	0,060	0.095	0,076	0,083	0,086	–	0,105
400	0,045	0,072	0,074	0,082	–	–	–

Notă. Pentru cablurile monofazate pozate în sistem trifazat, reactanța inductivă se calculează funcție de amplasare, utilizînd relațiile corespunzătoare din § 1.2.3.

2.1.3.3. Cabluri de comandă, semnalizare și control

Simbolizare	U_n,V	$n_c \times s_c$, mm²		NI-STAS
1	2	3		4

Cabluri cu izolație din hîrtie impregnată și manta de plumb

CCHP	400	4÷37×1,5; 2,5		NI 909
CCHPI	400	4÷37×1,5; 2,5	n : 2,3,	NI 909
CCHPAb	400	4÷37×1,5; 2,5	4, 5, 6, 7,	NI 909
CCHPAbI	400	4÷37×1,5; 2,5	8, 10, 12,	NI 909
CSHP	400	2÷61×0,78; 1,5	14, 16, 19,	STAS 7288-80
CSHPI	400	2÷61×0,78; 1,5	24, 30, 37,	STAS 7288-80
CSHPAb	400	2÷61×0,78; 1,5	44, 48, 52	STAS 7288-80
CSHPAbI	400	2÷61×0,78; 1,5	56, 61	STAS 7288-80

1	2	3	4
		Cabluri cu izolație și manta de PVC	
CSYY-masiv	500	3, 4, 5, 7×0,75÷6–9;	STAS 8799-80
CSYAbY-masiv		12×0,75÷4–14, 16, 19, 21,24,	STAS 8799-80
CSYEY-masiv	500	27, 30, 33, 37×0,75÷2,5–42,	STAS 8799-80
CSYEAbY-masiv	500	52, 61×0,75÷1,5	STAS 8799-80
CSYY-flexibil	500	3, 4, 5, 7×1,5÷6–9; 12×	STAS 8799-80
CSYAbY-flexibil	500	×1,5÷4–14, 16, 19, 21, 24, 27,	STAS 8799-80
CSYEY-flexibil	500	30, 33, 37×1,5÷2,5–42, 52,	STAS 8799-80
CSYEAbY-flexibil	500	56, 61×1,5	STAS 8799-80

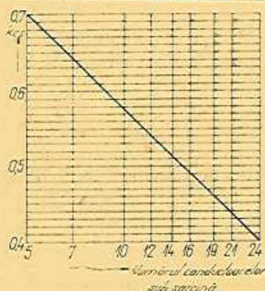
Notă. 1. Datele din tabel se referă la producția actuală.

2. Simbolizare: CC – cablu de comandă și control; CS – cablu de semnalizare; H – izolație de hîrtie; Y – izolație sau manta din PVC; P – manta de plumb; E – ecran din folie de aluminiu sau hîrtie metalizată; Ab – armătură din bandă de oțel; I – înveliș exterior de protecție combustibil; $n_c \times s_c$ – nr. conductoare × secțiune (scara secțiunilor: 0,75 – 1 – 1,5 – 2,5 – 4 – 6 mm²).

3. *Intensitatea maximă admisă* în conductoare:

I_{ad}, A – pentru cabluri cu 2 conductoare cu s_c, mm²:			
1,5	2,5	4	6
Pozare în pămînt la 20°C			
30	41	53	65
Pozare în aer la 30°C			
21	29	38	48

k_{cs} – corecție la peste 2 conductoare



2.1.3.4. **Cabluri și conducte de telecomunicații**

Simbolizare	$n_p \times n_c \times d_c$, mm sau $n_c \times s_c$, mm²	Observații
1	2	3
	Cabluri și conducte telefonice	
TCYY	21×1×0,5–1÷80×2×0,5– –6÷80×2×0,6–5÷55×2× ×0,8–6÷50×2×0,9–11÷	

1	2	3
	÷46×3×0,6–11×3×0,8; 0,9–45×4×0,5–2÷34×4× ×0,8; ;0,9–15×5×0,8;0,9	NID 2033
TCYP	51, 61, 70, 80, 101, 202, 303, 404×2×0,5	NID 2033
TCY	1×0,5; 0,6; 0,8; 0,9; 1; 1,2; 1,3; 1,4; 1,8–2×0,5÷0,9	STAS 4037
TUHP	6÷204×2×0,5÷0,9–306; 408×2×0,4÷0,9–612; 918×2×0,4÷0,6–1224× ×2×0,4; 0,5–102; 1020× ×2×0,4–100×4×0,6	STAS 6006-80
TUHPAbI	11÷202×2×0,5÷0,9–26; 51×4×0,5; 0,6–51×4× ×0,7–10÷25×4×0,8	STAS 6006-80
TUHPArI	26×2×0,5–16×2×0,7	STAS 6006-80
TUHPY	52÷1224×0,2×0,4–11÷ ÷1224×2×0,5–11÷612×2× ×0,6; 0,7–11÷408×2×0,9– –5; 10×4×0,5; 0,6–5÷ ÷20×4×0,8–6×4×0,8	STAS 6006-80
TUHAY	26×2×0,7;0,9–51÷202× ×2×0,4÷0,9–306; 408× 2×0,4÷0,7–612×2×0,4÷ ÷0,6–918×2×0,4	STAS 6006-80
TUHA2Y	26×2×0,7; 0,9–51÷202× × 0,5÷0,9–306; 408×2× ×0,5÷0,7–612×2×0,5; 0,6	NID 3812
TIHP	4÷61×4×0,9–1÷19×4×1,2	NID 2090
TIHPAb	4×4×1,2–37×4×0,9–5 kV– 4÷37×4×0,9	NID 2762
TIHPAbY	3÷61×4×0,9–1÷19×4×1,2–	NID 2090
TIHPY	4÷61×4×0,9–1÷14×4×1,2–	NID 2090
TIHAY-JF	3÷19×4×0,9; 1,2–24÷70× ×4×0,9	NID 3806
TIHAYAbY	3÷19×4×0,9; 1,2–24÷91× ×4×0,9	NID 3806
TIHA2YAbH	3÷19×4×0,9; 1,2–24÷91× ×4×0,9	NID 3806
TIHADY-JF-S	27÷114×4×0,9–7÷19×4×1,2	NID 3806
TIHADY-JF-DM	27÷114×4×0,9	NID 3806
TIHADYAbY-S	12÷19×4×1,2–27÷114× ×4×0,9	NID 3806
TIHADYAbY-D	27÷114×4×0,9	NID 3806
TIHAD2YAbY-S	27÷114×4×0,9	NID 3806
TIHAD2YAbY-D	12÷114×4×0,9	NID 3806

1	2	3
TIHAD2AbY-DM	7×4×1,2	NID 3806
TIHAD4AbY-S	34×4×0,9	NID 3806
TBUCTi	2×0,8	STAS 4483/2-80
TBUOCTi	2×1,15	STAS 4483/3-77
TBUOY	2×1,15	STAS 4483/4-77
TBU2YY	1×0,8; 1,65	NI 2457
TBICTi	2×1,05	STAS 4483/2-80
TiOCT	2; 3×0,9	STAS 4483/3-77
TiOY	2×0,9	STAS 4483/4-77
TPOCTi	2×1,4	STAS 4483/3-77
TPOY	2×1,4	STAS 4483/4-77

Conducte de conexiuni pentru telecomunicații și automatizări
(STAS 4037-80)

Tc2BL Tc2BTBL Tc2ML Tc2MTML	0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 1 0,6; 0,7; 0,8; 1; 1,4 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 1 0,6; 0,7; 0,8; 1; 1,4	În locuri uscate: legături fixe în semnalizări, Tc, instalații electrice
Tc(E, Y, C) ML Tc(E, Y, C) 2MTML Tc(E, Y, C)2BTBL	0,6; 0,7; 0,8; 1; 1,4; 1,8 0,5; 0,8; 1 0,5; 0,8; 1	Conducte alimentare în orice mediu de lucru
TcLi2BML	—	Idem — uscat
Tc(E, Y, C)2MLF Tc (E, Y, C)2BLF Tc(E, Y,C) 2MLFTML Tc(E, Y, C) 2MTMLFTML	0,5 0,5 0,5 0,5; 0,8	În orice mediu: Tc și semnalizare cu atenuarea perturbațiilor induse
TcM(Y, C)ML	0,5; 0,81	Legături sensibile la încărcare statică
TcLiY Tc LiYF TcY TcYF	0,1; 0,25; 0,35; 0,37; 0,5; 0,6; 0,75; 1; 1,5; 2,5 mm² 0,196; 0,283; 0,385; 0,503; 0,636; 0,783; 1,131; 1,327; 1,539; 2,545 mm²	Semnalizare, Tc, radiotehnică, electronică — legături fixe
TcLi2MBI TcLi2MBL	0,05; 0,10; 0,25; 0,5 mm² 0,05; 0,10; 0,25; 0,5 mm²	Idem — legături flexibile
TcLiYTBL TCLiYTBLF Tc2MY	0,35; 0,5; 0,75; 0,88; 1; 1,25; 1,5; 1,93; 2,5; 3,4 mm² 0,07; 0,2; 0,5; 0,75; 1; 1,5 mm²	În aparataje de radio și telecomunicații

1	2	3
TcLi2MY	0,12; 0,35; 0,5; 0,75; 1; 1,5 mm²	Idem, unde este necesară flexibilitate la montaj
TcLi2MYF	0,35; 0,5; 0,75; 1; 1,5 mm²	
TcLi2MYmF	2; 3×0,35; 0,5; 0,75 mm²	
TcBF	0,196; 0,282; 0,384; 0,502; 0,783	În aparataje de radio și telecomunicații
TcLiBCF	0,371; 0,596; 0,789; 1,009; 1,528	
TcCBFBL	1; 2×0,282; 0,502	Idem
Cordoane pentru conexiuni telefonice și telegrafice		
TLAYYd	3(1×3D) – 4(1×5S)	STAS 3627-80
TLAYYs	3; 4(1×3D)–3; 4(1×5S)	STAS 3627-80
TLAYi	3; 4(3×5S)	STAS 3627-80
TLFYB	2; 3; 4(1×6D)	STAS 3627-80
TLiAYY	2; 3; 4; 16×(18×0,1) – – $n_c x(n_f x d_f)$	STAS 10366-76

Simbolizare. Pentru cabluri și conducte telefonice: TC, TU, TI (la început) — cablu sau conductă telefonică de centrală, urban, interurban; TBU, TBI — conductă de bridă urbană, interurbană; Ti (la început) — conductă telefonică de interior; Y — izolație sau manta de PVC; 2Y, H, C — izolație de polietilenă, hîrtie, cauciuc; A (ultima literă) — autopurtat; Ar, Ab — armătură de oțel din sîrmă rotundă, bandă; P — manta de plumb; E — ecran de cupru, folie de aluminiu sau benzi metalizate; T, Ti (la sfîrșit) — împletitură textilă neimpregnată, impregnată; I — înveliș protector exterior.

Pentru conducte de conexiuni: Tc (la început) — conductă de conexiuni pentru telecomunicații; Li — liță; B, 2B, M, 2M — înfășurări din fire de bumbac sau mătase la 1 sau 2 straturi; *T* — tresă din fire textile; E — lac de emailarea conductorului; Y, C — izolație sau manta de PVC, cauciuc; m — acoperire comună; F — tresă de ecranare (faradeizare); I — impregnare cu ceară de albine; L — strat de lac electroizolant.

Pentru cordoane: T — cordon de telecomunicații; A — aparat; F — fișă; Y — izolație și manta de PVC; L — fir leonic; î — împletit; s — spiralat.

2.1.3.5. Conductoare pentru instalații electrice fixe

Simbolizare	U_n, V	$n_c \times s_c$, mm²	STAS-NI
1	2	3	4
FCTi	750	1 × 0,75 ÷ 150	STAS 526-80
FCTiff	750	1 × 0,75 ÷ 150	STAS 526-80
ACTi	750	1 × 2,5 ÷ 150	STAS 9436/3-73

1	2	3	4
FSCTi – kV	3;6	1 × 1,5 ÷ 185	STAS 5647-80
FsCT	250	2; 3 × 0,75	STAS 1023-80
FciCTi	250	1 × 0,75	STAS 1023-80
FciCTip	250	2 × 0,75	STAS 1023-80
FY	750	1 × 1 ÷ 300	STAS 6865-80
AFY	750	1 × 2,5 ÷ 400	STAS 6865-80
FYYA	750	1 ÷ 4 × 1,5 ÷ 4	STAS 2552-69
FPYY	380	2; 3 × 1 ÷ 2,5	STAS 6864-76
AFPYY	380	2; 3 × 2,5; 4	STAS 6864-76
AFPYYS	380	2 × 2,5; 4; 3 × 2,5; 2 × 4; 1 × 2,5; 3 × 2,	STAS 6864-76

Notă. 1. *Simbolizare:* F — conductă pentru instalații fixe; A — (la) început — aluminiu; P — punte; p — construcție plată; S — izolație specială; s — suspendare; ci — corpuri de iluminat (cînd se utilizează și pentru suspendare, nu se mai scrie); C — izolație de cauciuc; Y, 2Y — izolație sau manta de PVC, respectiv de polietilenă; A — armătură din împletitură de oțel; T, Ti — împletitură textilă neimpregnată, respectiv impregnată; I — rezistent la intemperii; f — flexibil; ff — foarte flexibil.

2. *Încărcarea maximă admisă în regim permanent* la temperatura mediului ambiant de +25°C, conform tabelului următor:

s_c, mm²	Montaj în aer		Montaj în tub protecție; nr. conductoare:							
			2	3	4	5;6	2	3	4	5;6
	Cu	Al	Cupru				Aluminiu			
1	20		14	12	11	10	–	–	–	–
1,5	25	–	17	14	13	11	–	–	–	–
2,5	34	27	24	20	18	16	18	16	15	13
4	45	35	31	26	24	21	23	20	18	16
6	57	45	40	34	31	27	30	27	25	21
10	78	61	55	49	45	39	41	36	33	29
16	104	82	73	64	58	51	55	47	43	38
25	137	107	100	84	76	67	74	66	60	53
35	168	132	125	108	98	87	95	83	76	65
50	210	165	150	135	125	104	118	103	94	82
70	260	205	200	171	156	137	155	131	119	104
95	210	245	241	218	198	174	187	166	151	133
120	365	285	272	250	228	196	217	191	174	153
150	415	330	310	280	255	224	238	214	195	171
185	475	375	–	–	–	–	–	–	–	–
240	560	440	–	–	–	–	–	–	–	–
300	645	510	–	–	–	–	–	–	–	–
400	750	605	–	–	–	–	–	–	–	–

Pentru alte temperaturi ale mediului ambiant, se aplică, funcție de natura izolației, următorii coeficienți de corecție:

θ,°C	+5	+10	+15	+20	+25	+30	+35	+40	+45	+50
C	1,250	1,195	1,135	1,070	1	0,926	0,845	0,757	0,655	0,535
Y	1,200	1,156	1,110	1,053	1	0,943	0,884	0,818	0,746	0,667

3. Diametrele interioare ale tuburilor care pot proteja numărul de conductoare menționat în tabelul precedent sînt arătate în § 2.5.

2.1.3.6. **Cabluri și conducte pentru instalații electrice mobile**

Simbolizare	U_n, V	$n_c \times s_c$, mm²	STAS
1	2	3	4
		Cordoane pentru utilizări casnice și semiindustriale	
MCTp	250	2 × 0,75 ÷ 1,5	STAS 4937-80
MCT	250	2; 3× 0,75 ÷ 1,5	STAS 4937-80
MCTs	250	2; 3 × 0,75 ÷ 1,5	STAS 4937-80
MCCU	380	2, 3, 4, 5 × 0,75 ÷ 4	STAS 1236/2-80
MCCUT	380	2; 3 × 0,75; 1	STAS 1236/2-80
MMCM	500	2, 3, 4, 5, 6, × 0,75 ÷ 6	STAS 1236/3-74
MMCMT	500	2, 3, 4 × 0,75 ÷ 2,5	STAS 1236/3-74
MYUp	300	2 × 0,35; 0,50; 0,75; 1 – – 3 × 0,5; 1	STAS 7350/2-80
MYYUp	300	2 × 0,5 ÷ 1	STAS 7350/2-80
MYYU	300	2 × 0,75: 3 × 0,5	STAS 7350/2-80
MYYM	300	2, 3, 4, 5 × 1÷ 2,5	STAS 7350/2-80
		Cordoane și cabluri pentru utilizări industriale	
MCCG	750	1 × 1,5 ÷ 240 – 2, 3,4 ×	STAS 1236/4-74
MCCG-I	750	× 1,5 ÷ 95 – 5 × 1,5 ÷ 16	STAS 1236/4-74
MCCM-Is	500	2, 3, 4, 5, 6, 7 × 0,75 ÷ 4	STAS 1236/6-74
MCCG-Is	1000	1 × 1,5 ÷ 240 – 2, 3, 4 × × 1,5 ÷ 95 – 5 × 1,5 ÷ ÷ 16 – 6; 7 × 1,5 ÷ 6	STAS 1236/6-74
MYYG	450	2, 3, 4 × 4	STAS 7350/4-80
MYff	660	1 × 0,75 ÷ 95	STAS 9108-80
		Cablu de ascensoare	
MAsCTi	380	6; 18 × 0,75	STAS 1237-80
MAsYTiR	380	26; 34 × 0,75	STAS 1237-80
		Cabluri de sudură electrică	
M Sud C	–	1 × 16 ÷ 150	STAS 1020/2-80
M Sud C-IU	–	1 × 16 ÷ 150	STAS 1020/2-80
M Sud CC	–	1 × 16 ÷ 95	STAS 1020/2-80

1	2	3	4
Cabluri pentru pompe submersibile			
MESCCI	500	3 × 2,5; 4	Ni 1263-63

Notă. 1. Simbolizare: M (la început) – cordon sau cablu pentru instalații mobile; Y, C (a doua literă) – izolație PVC, cauciuc; C (în interior) – manta de cauciuc; T, Ti – împletitură textilă neimpregnată, impregnată; I – greu combustibil; U, M, G – execuție ușoară, mijlocie, grea; *s* – cauciuc special (la cablurile MCC), tresă semiîncastrată (la cordoane MCT); As – ascensor; *R* – fir de rezistență; p – formă plată; *r* – formă rotundă; Sud – sudură electrică; U – rezistent la ulei. Culorile conductelor: conductoarele active AD – albastru deschis, N – negru, B – brun sau maron; de protecție VG – verde-galben.

2. Încărcarea maximă admisă în regim permanent, la temperatura mediului ambiant de +25°C:

s_c, mm²		0,5	0,75	1	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70
n_c	1	–	–	–	–	40	50	65	90	120	160	190	235	290
	2	12	16	18	23	33	43	55	75	95	125	150	185	235
	3	–	14	16	20	28	36	45	60	80	105	130	160	200

2.1.3.7. **Cabluri și conducte pentru utilizări speciale**

Simbolul	U_n, V	$n_c \times s_c$, mm² sau $n_c \times \varnothing_c$, mm	STAS – NI
1	2	3	4
Cabluri și conducte pentru instalații pe autovehicule			
VAY	–	1 × 1,5	STAS 960-80
VLPY	–	1 × 0,5 ÷ 150	STAS 1021-80
VLPYA	–	1 × 0,75 ÷ 120	STAS 1021-80
VLYY	–	3 ÷ 4 × 0,75 ÷ 2,5	STAS 1021-80
Cabluri navale			
Cabluri cu izolație din cauciuc			
CNI	750	1 × 1 ÷ 240; 2 ÷ 3 × 1 ÷ ÷ 70; 4 ÷ 37 × 1 ÷ 2,5	NID 3173–72
CNIff	750	1 × 1÷ 240; 2 ÷ 3 × 1 × × 70; 4 ÷ 37 × 1 ÷ 2,5	NID 315E-80
CNIE	750	1 × 1 ÷ 95; 2 ÷ 3 × 1 ÷ 16; 4 × 1 ÷ 6 ; 5 ÷ 19 × 1÷ ÷ 2,5	NID 3173-72

1	2	3	4
CNIAr	750	1 × 1 ÷ 95; 2 ÷ 3×1 ÷ 16; 4 ÷ 12 × 1 ÷ 2,5; 19 × 1 ÷ 1,5	NID 3173-72 NID 3173-72
CNCI	750	2, 3, 4, 5, 7, 12, 19, 27, 37, 48 × 1	NID 2478-68
CNCIE	750	2, 3, 4, 5, 7, 12, 19, 27, 37 × 1	NID 235E-80
CNC85C	750	1 ÷ 3 × 1 ÷ 10; 4 × 1 ÷ 6; 5 ÷ 37 × 1 ÷ 2,5	NID 109E-79
CNC85CE	750	1 ÷ 3 × 1 ÷ 10; 4 × 1 ÷ 6; 5 ÷ 12 × 1 ÷ 2,5;	NID 109E-79
CNC85CAr	750	19 × 1,5	NID 109E-79
CNC85Cff	750	1 × 1 ÷ 240; 2 ÷ 3 × 1 ÷ ÷ 95; 4 × 1 ÷ 6; 5 ÷ 37 × 1 ÷ 2,5	NID 109E-79
		Cabluri cu izolație din PVC	
CNYY	750	1 × 1 ÷ 240; 2 ÷ 3 × 1 ÷ ÷ 120; 4 × 1 ÷ 16;	NTR 211E-81
CNYYAr	750	5 ÷ 19 × 1 ÷ 2,5	NTR 211E-81
CNfYY	750	1 × 1 ÷ 240; 2 ÷ 3 × 1 ÷ ÷ 120; 4 × 1 ÷ 16;	NTR 211E-81
CNYYEY	750	5 ÷ 19 × 1 ÷ 2,5	NTR 211E-81
CNYY-F	750	1 × 1 ÷ 240; 2 ÷ 3 × 1 ÷ ÷ 120; 4 × 1 ÷ 16;	NTR 211E-81
CNYYAr-F	750	5 ÷ 19 × 1 ÷ 2,5	NTR 211E-81
CNfYY-F	750	1 × 1 ÷ 240; 2 ÷ 3 × 1 ÷ ÷ 120; 4 × 1 ÷ 16;	NTR 221E-81
CNYYEY-F	750	5 ÷ 19 × 1 ÷ 2,5	NTR 211E-81
		Cabluri miniere	
CMCCGCEf	1000 6000	3 + 3/(3E) — 2,5 ÷ 95 3 + 3/(3E) — 6 ÷ 95	NID 6069/5 GE-79
CMCCGCEf		— com. — pentru perforare — 3 × 4 + 3 × 4/3E + 3 × 2,5	E-6069/1-83
CMCCGCEf		— pentru combină — 3 × 25 + + 16/4E + 3 × 25 + 1 × 25 com; 3 × 25 ÷ 95 + 16 ÷ 50/4E + 7 × × 2,5 + 1 × 4 com	E-6069/1-83
		Cabluri pentru AMC	
CT Cu-Const		2 × 1,38 — pentfu termocupluri	NID 318
CT Fe-Const		2 × 1,38 — pentru termocupluri	NID 318
CTP Cu-Const		2 × 1,50 — pentru termocupluri	NID 318
CTP Fe-Const		2 × 1,50 — pentru termocupluri	NID 318
C2YY-pH		2 × 0,75 — pentru pH-metre	CS 5018-78

1	2	3	4
TDYY-F-G	4 × 0,75	— pentru debitmetre electromagnetice	NTRG 80-82
A2YSEY-EF	1 × 70	— 110 kV c.c. — pentru electrofiltre	NTRE 3057/1-83

Simbolizare: Pentru autovehicule: V — conducte pe autovehicule; A — (a doua literă) aprindere; L — lumină; P — pornire; C — izolație sau manta de cauciuc; Y — idem, de PVC; A — armătură.

Pentru nave: CN — cabluri navale; I — neinflamabil; E — ecran; Ar — armat; *ff* — foarte flexibil; F — cu întîrziere mărită la propagarea flăcării; C (la mijloc) — izolație de cauciuc; Y — izolație și manta de PVC; *f* — flexibil.

Pentru mine: CM — cabluri miniere; CCG — izolație și manta cu întîrziere la propagarea flăcării și rezistent la ulei în execuție grea; CE — conductor concentric de legare la pămînt din cupru, aplicat în jurul fiecărui conductor de fază, peste izolație; *f* — flexibil; com — conductor auxiliar de comandă din cupru.

2.1.3.8. **Conductoare torsadate izolate TYIR**

Caracteristicile conductoarelor: număr, secțiuni — mm², material	Domeniile de utilizare	
1	2	
2; 4 × 10; 16 Al ru 2; 4 × 10 Al rm 3 × 25 Al ru + 16 Al ru	Branșamente monofazate, respectiv trifazate, pozate pe fațadele clădirilor	
2; 4 × 16 Al rm 3 × 25 Al rm + 16 Al rm	Idem + pe console de acoperiș	
50 OL-Al + 16; 25 Al ru 50 OL-Al + 25 Al rm 50 OL-Al + 3 × 25; 35 Al ru 50 OL-Al + 16; Al ru 50 OL-Al + 3 × 16 Al ru 50 Ol-Al + 3 × 16 ÷ 70 Al rm	Rețele monofazate respectiv trifazate de distribuție la abonați sau iluminat public, pozate pe:	fațadele clădirilor idem, sau stîlpi de LEA
50 OL-Al + 25 Al ru + 16; 25 Al ru 50 OL-Al + 16; 25 Al rm + 16; 25 Al rm 50 OL-Al + 3 × 16 ÷ 70 Al rm + + 16 Al rm 50 OL-Al + 3 × 25 ÷ 70 Al rm + + 3 × 16 Al rm 50 OL-Al + 3 × 35 ÷ 70 Al rm + + 3 × 25 Al rm 50 OL -Al + 3 × 50; 70 Al rm + + 3 × 35 Al rm	Fascicul comun la rețele monofazate, respectiv trifazate de distribuție la abonat sau iluminat, pozate pe:	fațade fațade clădiri sau stîlpi

1	2
50 OL-Al + 3 × 16 ÷ 50 Al rm + + 2 × 16 Al rm	Idem, trifazate de distribuție și bifazate sau monofazate de iluminat public

Notă. 1. NI–CS 1/75; $U_n = 1000$ V.

2. Simbolizare: T — fascicul de conductoare torsadate; Y — izolație PVC; I — rezistent la intemperii; R — rezistent la ardere; Al — conductor de aluminiu; OL-Al — conductor de oțel-aluminiu; ru — rotund unifilar; rm — rotund multifilar.

2.1.4. *Conductoare neizolate*

2.1.4.1. **Conductoare neizolate pentru linii electrice aeriene**

s_c mm²	Fire/cond.	d_c mm	F_r daN	M_0 kg/km	r_0 Ω/km	I_{ad},A la 25° int.	ext.
1	2	3	4	5	6	7	8
			Conductoare din cupru — CS 404-75				
6	1	2,7	228	52	3,059	50	70
10	1	3,5	379	87	1,839	80	95
10	7	4,0	360	89	1,899	80	95
16	1	4,7	588	142	1,126	100	130
16	7	5,0	575	142	1,184	100	130
25	7	6,3	907	224	0,751	140	180
35	7	7,5	1251	309	0,544	170	220
35	19	7,5	1258	312	0,543	170	220
50	19	9,0	1807	448	0,378	215	270
70	19	10,7	2631	628	0,270	270	340
95	19	12,5	3395	842	0,201	335	415
120	37	14,1	4340	1028	0,157	393	485
150	37	15,7	5394	1339	0,126	465	570
185	37	17,4	6612	1642	0,103	530	640
240	37	19,9	8734	2169	0,078	635	760
240	61	19,9	8657	2153	0,079	635	760
300	61	20,2	10811	2686	0,063	740	880
400	61	—	—	—	—	895	1050
			Conductoare de aluminiu — STAS 3032-80				
16	7	5,1	290	44	1,802	75	—
25	7	6,3	425	67	1,181	105	—
35	7	7,5	585	94	0,833	130	170

1	2	3	4	5	6	7	8
50	7	9,0	810	135	0,579	165	215
50	19	9,0	860	133	0,595	165	215
70	19	10,5	1150	181	0,437	210	265
95	19	12,5	1595	256	0,303	255	320
120	19	14,0	1910	322	0,246	300	375
150	37	15,7	2570	406	0,196	355	440
185	37	17,5	3105	501	0,159	410	500
240	61	20,2	4015	670	0,119	490	590
300	61	22,5	4850	827	0,097	570	780
Conductoare de oțel zincat, categoria A — STAS 3734-71							
16	7	5,1	588	127	8,800	—	75
25	7	6,3	592	194	5,800	—	100
35	7	7,5	1269	275	4,100	—	135
50	7	9,0	1823	396	2,800	—	165
50	19	9,0	1784	386	2,900	—	165
70	19	10,5	2420	528	2,100	—	210
95	19	12,5	3440	750	1,500	—	260
95	37	12,6	3469	751	1,500	—	260
120	19	14,0	4312	940	1,200	—	—
120	37	14,0	4283	935	1,200	—	—
150	37	15,80	5353	1185	1,00	—	—
185	37	17,4	6693	1460	0,800	—	—
Conductoare de oțel zincat, categoria B — STAS 3734-71							
16	7	5,1	1764	127	16,0	—	75
25	7	6,3	2670	194	10,0	—	100
35	7	7,5	2802	275	7,3	—	135
50	19	9,0	5341	386	5,2	—	165
70	19	10,5	7276	528	3,8	—	210
95	37	12,6	10393	751	2,7	—	260
120	37	14,0	12804	935	2,2	—	—
150	37	15,8	16307	1185	1,7	—	—
185	37	17,4	21090	1460	1,4	—	—
Conductoare de oțel zincat, categoria C — STAS 3734-71							
16	7	5,1	2058	127	16,0	—	75
25	7	6,3	3116	194	10,0	—	100
35	7	7,5	4420	275	7,3	—	135
50	19	9,0	6243	386	5,2	—	165
70	19	10,5	8457	528	3,8	—	210
95	37	12,6	12162	751	2,7	—	260
120	37	14,0	15014	935	2,2	—	—
150	37	15,8	18973	1185	1,7	—	—
185	37	17,4	23407	1460	1,4	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8
Conductoare de oțel-aluminiu normal — STAS 3000-80							
25/4	6+1	6,8	896	97	1,202	100	130
35/6	6+1	8,1	1234	139	0,830	135	170
50/8	6+1	9,6	1710	195	0,594	165	210
70/12	26+7	11,6	2520	272	0,457	210	265
95/15	26+7	13,4	3375	366	0,321	260	330
120/21	26+7	15,7	4560	503	0,236	305	380
185/32	26+7	19,2	6620	757	0,157	475	510
240/40	26+7	21,7	8580	968	0,122	505	610
300/50	26+7	24,2	10660	1205	0,098	548	690
450/75	63+19	27,3	16150	1628	0,066	—	—
680/85	54+19	36,0	21040	2570	0,043	—	—
Conductoare de oțel-aluminiu întărit — STAS 3 000-80							
95/22	12+7	16,0	7965	712	0,300	260	330
380/69	30+19	25,2	13170	1390	0,096	585	690
450/97	68+19	30,2	17500	2016	0,065	—	—

Notă. 1. Simbolizarea din capul tabelului : s_c — secțiunea conductorului; F_r — forța de rupere; I_{ad} — curentul maxim admis. Pentru conductoarele OL-Al se dă: în coloana 1, raportul Al/OL, iar în coloana 2, suma Al+OL.

2. *Reactanțele liniilor electrice aeriene* cu conductoare neizolate (valori medii), pentru secțiunea conductorului, în mm²:

a_{med}; I	16	25	35	50	70	95	120	150	185	250
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
mm	*Conductoare de cupru sau aluminiu (10^{-3} Ω/km)*									
400	333	319	308	297	283	274	—	—	—	—
600	358	345	336	325	309	300	292	287	280	—
800	377	363	352	341	327	318	310	305	298	—
1000	391	377	366	355	341	332	324	319	313	—
1250	405	391	380	369	355	346	338	335	327	—
1500	416	402	391	380	366	357	349	344	338	—
mm	*Conductoare de oțel-aluminiu (10^{-3} Ω/km)*									
1500	—	—	385	374	364	353	347	340	—	—
2000	—	—	403	392	382	371	365	358	—	—
2500	—	—	417	406	396	385	379	372	365	357
3000	—	—	429	418	408	397	391	384	377	369

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Conductoare de oțel (10^{-3} Ω/km)									
A	x_0' — reactanța inductivă internă									
1	—	540	330	230	160	80	—	—	—	—
5	—	630	400	260	180	80	—	—	—	—
10	—	930	550	300	210	80	—	—	—	—
15	—	1330	750	350	230	80	—	—	—	—
20	—	1630	1040	420	250	90	—	—	—	—
30	—	2010	1050	590	300	90	—	—	—	—
40	—	2090	1690	800	370	100	—	—	—	—
50	—	2070	1720	1000	450	110	—	—	—	—
75	—	1850	1600	1140	680	140	—	—	—	—
100	—	1670	1430	1130	730	230	—	—	—	—
150	—	—	1270	950	730	340	—	—	—	—
200	—	—	—	—	690	350	—	—	—	—
mm	x_0'' — reactanța inductivă externă									
400	—	311	290	281	—	—	—	—	—	—
600	—	336	317	308	295	—	—	—	—	—
800	—	354	333	324	311	303	—	—	—	—
1000	—	368	347	338	325	317	—	—	—	—
1250	—	381	361	352	339	331	—	—	—	—
1500	—	393	372	363	350	342	—	—	—	—
2000	—	412	391	382	369	361	—	—	—	—
2500	—	426	405	396	389	376	—	—	—	—
3000	—	437	416	407	394	386	—	—	—	—

2.1.4.2. **Bare neizolate**

Dimensiuni, mm	Masa, kg/m	n_b	I_{ad}, A		Dimensiuni, mm	Masa, kg/m	n_b	I_{ad}, A	
		pol	c.c.	c.a.			pol	c.c.	c.a.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Bare de cupru									
Bare dreptunghiulare					*Bare rotunde*				
20 × 3	0,53	1	290	295	6	0,252	1	140	140
20 × 5	0,89	1	385	390	7	0,343	1	180	180
25 × 5	1,11	1	465	470	8	0,447	1	215	215
30 × 5	1,34	1	530	540	10	0,699	1	300	300
40 × 5	1,78	1	710	715	12	1,007	1	385	385
	3,56	2	1180	1215	14	1,370	1	465	465
40 × 10	3,56	1	1000	1025	16	1,790	1	565	570
	7,12	2	1770	1830	18	2,265	1	665	670

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
50 × 5	2,23	1	850	870	20	2,800	1	770	775
	4,46	2	1410	1500	22	3,380	1	885	895
50 × 10	4,45	1	1215	1260	26	4,370	1	1065	1080
	8,90	2	2125	2240	28	5,480	1	1225	1360
60 × 5	2,67	1	1000	1025	30	6,291	1	1340	1380
	5,34	2	1685	1770	32	7,158	1	1440	1540
	8,01	3	2300	2475	35	8,563	1	1640	1770
60 × 10	5,34	1	1415	1475	38	10,100	1	1810	1940
	10,68	2	2475	2595	40	11,180	1	1925	2090
	16,02	3	3305	3540	45	14,150	1	2220	2470
80 × 5	3,55	1	1260	1300					
	7,10	2	2240	2360		*Bare tubulare*			
	10,65	3	2950	3185	20/24	1,23	1	600	600
80 × 10	7,12	1	1840	1970	22/26	1,43	1	650	650
	14,24	2	2950	3305	25/30	1,93	1	830	830
	21,36	3	3895	4600	28/34	2,20	1	925	925
100 × 5	4,45	1	1590	1650	35/40	2,62	1	1100	1100
	9,90	2	2715	2950	40/45	2,98	1	1200	1200
	13,35	3	3540	4010	45/50	3,32	1	1330	1330
100 × 10	8,90	1	2215	2360	50/55	3,67	1	1380	1380
	17,80	2	3655	4245	55/60	4,04	1	1585	1585
	26,70	3	4720	5780	62/70	7,38	1	2295	2295
	35,60	4	6370	7315	72/80	8,49	1	2610	2610

Bare de aluminiu

Bare dreptunghiulare					*Bare rotunde*				
20 × 3	0,162	1	225	230	6	0,077	1	115	115
20 × 5	0,162	1	300	310	7	0,077	1	140	140
30 × 3	0,243	1	325	335	8	0,136	1	170	170
30 × 5	0,405	1	415	435	10	0,212	1	230	230
40 × 5	0,540	1	530	555	12	0,305	1	305	305
	1,080	2	920	955	14	0,416	1	370	370
40 × 10	1,080	1	770	805	16	0,543	1	450	450
	2,160	2	1380	1425	18	0,687	1	530	530
50 × 5	0,675	1	645	680	20	0,848	1	615	620
	1,350	2	1115	1175	22	1,030	1	700	705
50 × 10	1,350	1	940	975	25	1,330	1	840	855
	2,700	2	1660	1750	28	1,660	1	975	1000
60 × 5	0,810	1	770	805	30	1,910	1	1065	1100
	1,620	2	1335	1390	35	2,600	1	1300	1380
60 × 10	1,620	1	1105	1150	38	3,060	1	1435	1540
	3,240	2	1930	2000	40	3,390	1	1530	1660
	4,860	3	2620	2875	45	4,290	1	1750	1960

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
80 × 5	1,080	1	1010	1045					
	2,160	2	1725	1840	*Bare tubulare*				
	3,240	3	2300	2530	20/30	0,475	1	575	575
	4,320	4	2990	3220	25/30	0,583	1	640	640
80 × 10	2,160	1	1436	1496	30/40	0,645	1	765	765
	4,320	2	2460	2645	35/40	0,795	1	850	850
	6,480	3	3290	3680	40/45	0,901	1	935	935
	8,640	4	4370	4715	45/50	1,010	1	1040	1040
100 × 10	2,700	1	1750	1815	50/55	1,110	1	1145	1145
	5,400	2	2930	3220	54/60	1,450	1	1310	1310
	8,100	3	3910	4485	64/70	1,700	1	1545	1545
	10,800	4	4945	5750	74/80	1,960	1	1770	1770

Bare de oțel

Bare dreptunghiulare

20 × 3	0,47	1	65	100
25 × 3	0,59	1	80	120
30 × 3	0,71	1	95	140
40 × 3	0,94	1	125	190
50 × 3	1,18	1	155	230
60 × 3	1,41	1	185	280
70 × 3	1,65	1	215	320
80 × 3	1,88	1	245	365
90 × 3	2,12	1	275	410
100 × 3	2,33	1	305	460
20 × 4	0,65	1	70	115
25 × 4	0,78	1	85	140
30 × 4	0,94	1	100	165
40 × 4	1,26	1	130	224
50 × 4	1,57	1	165	270
60 × 4	1,88	1	195	325
70 × 4	2,20	1	225	375
80 × 4	2,51	1	260	430
90 × 4	2,83	1	290	290
100 × 4	3,14	1	325	535

Bare din oțel cornier

25×25×3	1,18	1	155	233
30×30×3	1,87	1	194	320
40×40×4	2,54	1	260	430
45×45×5	3,12	1	278	278
50×50×5	3,96	1	345	596
50×50×6	4,60	1	347	640

Bare rotunde

8	0,395	1	48	48
10	0,617	1	57	57
12	0,888	1	67	67
14	1,210	1	81	81
16	1,580	1	95	95
18	2,000	1	100	100
20	2,470	1	124	124
22	2,980	1	132	132
25	3,800	1	147	147
30	5,550	1	172	172

Bare tubulare

13,50/2,25	0,624	1	75	75
17,00/2,25	0,819	1	90	90
21,25/2,75	1,250	1	118	118
26,75/2,75	1,630	1	145	145
33,50/3,25	2,420	1	180	180
42,25/3,25	3,130	1	220	220
48,25/3,50	3,860	1	255	255
60,00/3,75	5,200	1	320	320
75,50/3,75	6,640	1	390	390
80,25/4,00	7,640	1	455	455

Șină de cale ferată

Profil				
7	7,000	1	390	390
9	9,300	1	410	410
11	10,900	1	510	510

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
60×60×6	5,69	1	416	776	14	14,720	1	560	560
60×60×8	7,44	1	431	887	18	17,650	1	625	625
80×80×8	9,66	1	619	1340	24	23,600	1	720	720

Notă. 1. IMPORTANT ! Înainte de stabilirea curentului maxim, admis în bare, valorile din tabel (date pentru: temperatura mediului ambiant de +25°C, altitudinea maximă de 1000 m, montaj pe muchie la distanțe una de alta conform fig. 2.2), pe traseu orizontal și vopsite) vor fi corectate, funcție de alte condiții de pozare, prin înmulțirea lor cu următorii coeficienți:

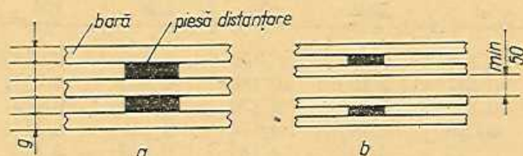


Fig. 2.2. Distanțe minime între bare legate în paralel:
a — un singur pachet;
b — două pachete.

$$k_b = k_1 k_2 k_3 k_4 k_5 k_6, \tag{2.4}$$

în care: k_1 — *corecția de temperatură a mediului ambiant*

θ, °C	+5	+15	+25	+35	+45	+55
k_1	1,2	1,11	1	0,88	0,75	0,58

k_2 — *corecție de răcire forțată*

v, m/s	1	2	5	7	9	10
k_2	1,45	1,77	2,02	2,24	2,42	2,5

k_3 — *corecție la montarea barelor pe lat*; valori

nr. bare	1	2	3		4	
l, mm	50÷200	50÷200	50÷80	100÷120	160	200
k_3	0,90	0,85	0,85	0,80	0,75	0,7

— $k_4 = 0,85$ — corecție de traseu vertical mai lung de 3 m;
— $k_5 = 1000/(9000 + H)$ — corecție de altitudine mai mare de 1000 m, unde H se ia în m;

— k_6 — corecție pentru bare nevopsite, k_7 — corecție funcție de numărul de bare pe pol (aplicată numai la barele din oțel); valori:

n_b/pol		1	2	3	2 + 2	4
k_6		0,8	0,84	0,87	0,9	–
k_7	c.a.	–	1,65	2,00	–	2,5
	c.c.	–	1,70	2,40	–	3,5

2. *Rezistențele specifice* la temperatura de +65°C și reactanțele inductive specifice pentru barele de secțiune dreptunghiulară:

$a \times b$ mm	r_0, mΩ/m		x_0, mΩ/m pentru a_{med} în mm:			
	Cu	Al	100	150	200	300
25 × 5	0,161	0,285	0,179	0,200	0,295	0,244
30 × 5	0,134	0,237	0,163	0,189	0,206	0,235
40 × 5	0,100	0,177	0,145	0,170	0,189	0,214
40 × 10	0,050	0,086	0,145	0,170	0,189	0,214
50 × 5	0,080	0,142	0,137	0,157	0,180	0,200
50 × 10	0,040	0,071	0,137	0,157	0,180	0,200
60 × 5	0,071	0,119	0,120	0,195	0,163	0,189
60 × 10	0,035	0,059	0,120	0,195	0,163	0,189
80 × 5	0,050	0,090	0,102	0,126	0,145	0,170
80 × 10	0,025	0,054	0,102	0,126	0,145	0,170
100 × 5	0,040	0,071	0,090	0,113	0,133	0,157
100 × 10	0,020	0,031	0,090	0,113	0,133	0,157

În acest tabel $a_{med} = \sqrt[3]{a_{12}a_{13}a_{23}}$ este distanța medie geometrică dintre bare.

2.1.5. *Conductoare ionice (soluții apoase)*

Rezistivitatea unei soluții de sodă funcție de temperatură și concentrație, în MΩmm²/mm:

% \ °C	20	30	40	50	60	70	80	90	100
0	19,60	16,20	13,90	12,30	11,10	10,00	9,00	8,30	7,60
0,1	8,80	7,20	6,00	5,10	4,30	3,80	3,80	3,00	2,80
0,5	1,60	1,40	1,20	0.98	0,84	0,72	0,63	0,56	0,51
1	1,20	1,00	0,88	0,76	0,66	0,58	0,52	0,47	0,53
3	0,45	0,35	0,29	0,26	0,24	0,22	0,21	0,20	0,19
5	0,33	0,28	0,24	0,20	0,18	0,16	0,15	0,14	0,13
10	0,21	0,17	0,15	0,13	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10
20	0,15	0,13	0,11	0,10	0,08	0,07	0,06	0,055	0,05
25	0,12	0,11	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,045	0,04

Măsurarea acidității soluțiilor apoase se face determinînd pH-ul definit prin una din relațiile:

$$pH = -\log c_{H_2O^+} \quad \text{sau} \quad pH = -\log a_{H_2O^+} = -(\log c_{H_2O^+} + \log f_{H_2O^+})$$

în care: $c_{H_2O^+}$ este concentrația ionilor de H, în iono-gram/litru soluție;

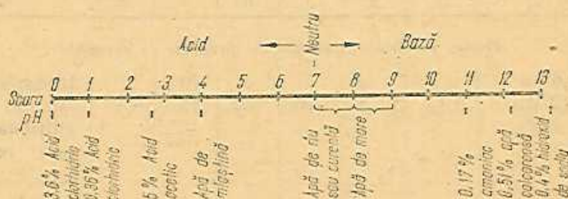
$a_{H_2O^+}$ — activitatea ionilor de H (produsul dintre concentrația c și coeficientul de activitate f);

Metodele de măsurarea pH-ului:

— electrochimică; utilizează obișnuit un electrod de măsurare de hidrogen și electrozi de referință din calomel, clorură de Ag sau oxid de mercur; precizie 0,01 pH;

— calorimetrică; utilizează soluție sau hîrtie indicatoare; precizie 0,1 pH.

Scara pH exemplificată:



Valorile pH pentru soluțiile standard:

Soluția / θ °C	0,05 M tetraxalat de K	Tratat de KH saturat 25°C	0,05 M ftalat de KH	0,025 M (KH_2PO_4+ Na_2HPO_4)	0,01 M borax
1	2	3	4	5	6
0	1,67	—	4,01	6,98	9,46
5	1,67	—	4,01	6,95	9,39
10	1,67	—	4,01	6,92	9,33
15	1,67	—	4,00	6,90	9,27
20	1,68	—	4,00	6,88	9,22
25	1,68	3,56	4,01	6,86	9,18
30	1,68	3,55	4,01	6,85	9,14
35	1,68	3,55	4,02	6,84	9,10
40	1,70	3,54	4,03	6,84	9,07

1	2	3	4	5	6
45	1,70	3,55	4,04	6,83	9,04
50	1,71	3,55	4,06	6,83	9,01
55	1,72	3,56	4,08	6,84	8,99
60	1,73	3,57	4,10	6,84	8,96
70	–	3,59	4,12	6,85	8,92
80	–	3,61	4,16	6,86	8,88
90	–	3,64	4,20	6,86	8,85
95	–	3,65	4,22	6,87	8,83

2.1.6. *Materiale conductoare de mare rezistivitate*

Denumirea	Compoziția, %	ρ $\frac{\Omega mm^2}{m}$	α $\frac{10^{-6}}{grd}$	θ_t °C	θ_l °C	σ_r $\frac{daN}{mm}$	γ $\frac{kg}{dm}$	Utilizări generale
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aliaje pentru rezistențe de precizie și reostate								
Manganină	86 Cu 12 Mn 2 Ni	0,42	5÷10	960	60	40÷55	8,4	Rezistențe etalon, de măsură, adiționale, șunturi, reostate.
	5÷33Cu 60÷67Mn 17÷28Ni							Rezistențe pentru curenți mici. Aparate de măsură.
Izabelină	84 Cu 13 Mn 3 Al	0,5	1÷2	940	300	–	7,97	Reostate de precizie.
Terlo (Aliaj A)	85 Cu 9,5 Mn 5,5 Al	0,45	±1	–	–	–	–	Reostate de pornire
Novoconstantan	82,5 Cu 12 Mn 4 Al 1,5 Fe	0,45	1	–	–	–	–	Reostate de pornire

2.1.6. *(continuare)*

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Constantan	60 Cu 40 Ni	0,44÷0,52	−5	1270	400÷450	40÷50	8,9	Reostate. Elemente încălzire sub 450°C. Termocuple, cu Cu sau Fe sub 700°C. Reostate
Nichelină	66 Cu 34 Ni	0,4	20	1230	250	48	8,8÷11,3	Reostate
Argentan	80 Cu 16÷20Ni 20÷23Zn	0,3÷0,4	40	1050	150÷190	45÷55	8,5	Rezistențe la aparate de măsură obișnuite. Reostate
Alpaca	58÷60Cu 15 Ni 27÷25Zn	0,3÷0,4	270÷360	—	200÷300	35÷65	8,3	Reostate. Rezistențe la aparate de măsură
Aur-crom	80 Au 20 Cr	0,33	1	—	—	—	—	Rezistențe de precizie
Argint-mangan-staniu NVW108	82 Ag 10 Mn 8 Sn	0,5	0	—	—	39	—	Rezistențe de precizie
Argint-mangan-staniu NVW113	80 Ag 17 Mn 3 Sn	0,46	0	—	—	—	—	Rezistențe de precizie
Aliaje pentru elemente de încălzire								
Nicrom	81÷79Ni 19÷21Cr	1,1÷1,2	130	1390÷1420	1150	92	8,4	Cuptoare, laboratoare, locuințe
Feronicrom	60÷62Ni 15÷20Cr 25÷18Fe	1÷1,5	130	1380÷1420	1050	70	8,1÷8,2	Cuptoare, laboratoare, locuințe
Fecral	12 Cr 2 Al 86 Fe	1,2÷1,4	180	1450	850	70	7,6	Reostate, sobe, termostate, aparate electrocasnice

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aliaj nr. 1	16 Cr 5 Al 79 Fe	1,2÷ 1,4	50	1450–1500	1000 1150	60÷ 70	6,8÷ 7,2	Cuptoare industriale, aparate electrocasnice
Aliaj nr. 2	25 Cr 4 Al 70 Fe	1,3÷ 1,6	50	1450÷ 1500	1250	65÷ 80	7,0÷ 7,2	Cuptoare industriale
Aliaj nr. 3	45 Cr 10 Al 45 Fe	1,9	–	1500	1350	90	6,9	Cuptoare industriale
Cromel	30 Cr 4 Al 66 Fe	1,35	40	1500	1250	80	7,1	Sîrme de mare secțiune pentru cuptoare industriale
Kanthal A	21 Cr 4,9 Al 3,8 Co 70,3 Fe	1,35	80	1510	1250	80÷ 85	7,1	Cuptoare industriale, aparate electrocasnice
Kanthal D	21 Cr 5,8 Al 3,2 Co 70 Fe	1,3	90	1510	1150	80÷ 85	7,1÷ 7,25	Reostate de reglaj, aparate electrocasnice
Aliaje crom-siliciu-fier	30 Cr 2,5 Si 67,5 Fe	0,95	–	1480	1050	–	7,45	Aparate de încălzire
	18 Cr 3,5 Si 78,5 Fe	1,05	–	1470	900	–	7,55	Aparate de încălzire
Oțel-crom	93 Fe 6 Cr 0,5 Mn	0,32	–	1520	500	–	7,2	Aparate de încălzire
	81 Fe 18 Cr 0,5 Mn	0,56	–	1500	750	–	7,6	Aparate de încălzire
	69 Fe 30 C 1 Mn	0,63	–	1480	850	–	7,5	Aparate de încălzire

Notă. 1. Semnificația simbolurilor din capul tabelului este: ρ – rezistivitatea; α – coeficientul de variație a rezistivității cu temperatura; θ_t și θ_l – temperaturi; σ_r – rezistența la rupere; γ – masa specifică.

2. *Dimensionarea rezistențelor electrice de încălzit*

Diametrul sîrmei:

$$d = \frac{1}{2,91}\sqrt[3]{\left(\frac{P}{U}\right)^2 \frac{\rho}{p}}\ [\text{mm}],$$

unde: P este puterea pentru care se calculează rezistența, în W;

U — tensiunea rețelei, în V;

ρ — rezistivitatea materialului sîrmei, în $\Omega \cdot mm^2/m$,

p — încărcarea specifică a sîrmei, în W/cm^2.

Valorile informative ale încărcării specifice (p) pentru:

— fier de călcat	$p = 4 \dots 5{,}5\ W/cm^2$;
— oală de fiert	$p = 5 \dots 7\ W/cm^2$;
— plită descoperită	$p = 9 \dots 11\ W/cm^2$;
— fierbător	$p = 10 \dots 11\ W/cm^2$;

Lungimea sîrmei:

$$l = \frac{R_0}{r}\ [\text{m}],$$

unde: R_0 este valoarea la rece a rezistenței, în Ω, dată de relația

$$R_0 = \frac{U^2}{P(1+\alpha t)};$$

r — rezistența specifică a sîrmei, în Ω/m, dată de relația

$$r = 1{,}27\frac{\rho}{d^2};$$

α — coeficientul de variație a rezistivității cu temperatura;

t — temperatura la care se încălzește rezistența, în °C;

d — diametrul sîrmei, în mm;

ρ — rezistivitatea sîrmei, $\Omega \cdot mm^2/m$.

Diametrul de spiralizare:

$$D = (4 \dots 10)\, d.$$

Pasul spiralei:

$$\rho = (2 \dots 3)\, d.$$

2.2. Materiale semiconductoare

Semiconductorul	E_s la 0°K eV	μ_n $\frac{cm^2}{Vs}$	μ_p $\frac{cm}{Vs}$	Structura	Utilizări industriale
Si	1,12	1900	428	Diamant	Redresor. Celulă solară. Detector de radiații. Tranzistor. Tiristor.
Ge	0,78	3900	1700	Diamant	Redresor. Detector de radiații. Tranzistor.
Ge-Si	0,78÷1,12	—	—	—	Generator termoelectric
Se	1,6÷1,9	—	1	Hexagon	Redresor.
ZnSe	2,8	—	—	Blendă Zn	Substanță fluorescentă.
CdSe	1,84	240	—	Blendă Zn	Fotorezistență.
PbSe	0,45	1400	640	NaCl	Fotoelement.
Bi_2Se	0,28	600	—	Hexagon	Răcire termoelectrică.
AlSb	1,65	150	400	Blendă Zn	
GaP	2,33	100	150	Blendă Zn	Diodă luminiscentă.
GaAs	1,52	7000	450	Blendă Zn	Idem. Laser. Diodă tunel.
GaSb	0,8	4000	2000	Blendă Zn	
InP	1,42	4500	150	Blendă Zn	Filtru de infraroșu
InAs	0,43	27000	450	Blendă Zn	Idem. Generator Hall.
InSb	0,24	76000	700	Blendă Zn	Filtru și detector de infraroșu. Generator Hall. Sondă magnetorezistivă
Cu_2O	2,06	—	100	Cupit	Redresor
ZnO	3,2	200	—	Wurtzitt	Substanță fluorescentă.
ZnS	3,5÷3,8	—	—	Wurtzitt	Substanță fluorescentă.

1	2	3	4	5	6
CdS	2,5	—	—	Wurtzitt	Fotorezistență. Dozimetru raze X.
PbS	0,37	640	350	NaCl	Fotoelement.
PbTe	0,45	2100	840	NaCl	Fotoelement.
Bi_2Te_2	0,28	600	—	Hexagon	Răcire termoelectrică

Notă. Semnificația simbolurilor din capul tabelului este: E_s — rigiditatea dielectrică; μ_n — mobilitatea electronilor (viteza într-un cîmp cu intensitatea de 1 V/cm), corespunzătoare conductivității electronice (prin cedare de electroni); μ_n — mobilitatea golurilor, corespunzătoare conductivității de goluri (prin acceptare de electroni);

2.3. Materiale electroizolante

2.3.1. *Caracteristici tehnice*

Denumirea materialelor	E_s kV/cm	ρ_v Ωcm	γ_t kcal/mhgrd	σ_i daN/cm²	σ_r daN/cm²	KC daN·cm/cm²	γ_0 daN/dm³
1	2	3	4	5	6	7	8
Rășini termoplastice							
Polietilenă de înaltă presiune	40	10^{17}	0,29	800	—	fr	0,917
Polietilenă de joasă presiune	45	10^{17}	0,41	800	250	fr	0,960
Polipropilenă	40	10^{17}	0,19	450	330	fr	0,906
Policlorură de vinil	50	10^{12}	0,14	200	230	—	1,35
Polistiren standard	50	10^{14}	0,12	1000	550	22	1,05
Polistiren + acrilnitril	40	10^{15}	0,14	1200	600	28	1,07
Idem + bridadienă	33	10^{14}	0,18	750	490	fr	1,06
Poliamidă 6	34	10^{14}	0,3	950	600	fr	1,12
Poliamidă 6—6	45	10^{15}	0,22	850	570	fr	1,14
Poliamidă 6—10	45	10^{15}	0,19	650	400	fr	1,08
Poliamidă 11	45	10^{14}	0,25	550	500	fr	1,04
Poliamidă 12	40	10^{15}	0,21	570	470	fr	1,01
Poliuretan	35	10^{15}	0,3	600	600	fr	1,21
Policarbonat	25	10^{15}	0,17	750	650	fr	1,20
Polimetilmetacrilat	30	10^{15}	0,16	1150	760	18	1,18
Politetrafluoretilenă	30	10^{17}	0,21	190	200	fr	2,20
Politrifluoretilenă	40	10^{17}	0,10	540	320	fr	2,10
Acetat de celuloză	33	10^{15}	0,22	600	460	78	1,29
Acetobutirat de celuloză	36	10^{16}	0,20	550	370	18	1,21
Oxid de polifenilenă	40	10^{17}	0,28	1000	750	fr	1,06
Polisulfonă	35	10^{17}	0,21	1200	750	fr	1,24
Tereftalat de polietilenă	30	10^{17}	0,15	1170	540	fr	1,38

1	2	3	4	5	6	7	8
Rășini termoreactive							
Fenol + pulbere de rocă	10	10^{11}	0,65	500	150	3,5	1,8
Fenol + fibră de azbest	4	10^{9}	0,65	500	200	3,5	1,8
Fenol + mică	12	10^{12}	0,60	500	200	3,0	1,9
Fenol + șnur de azbest	3	10^{3}	0,65	700	250	15	2,0
Fenol + făină de lemn	15	10^{11}	0,30	600	250	5	1,4
Fenol + fibre de hîrtie	8	10^{11}	0,31	600	250	5	1,4
Fenol + pastă	6	10^{11}	0,27	550	250	3,5	1,4
Fenol + tocătură de hîrtie	5	10^{8}	0,25	800	250	8	1,4
Fenol + țesătură de hîrtie	5	10^{8}	0,25	1200	400	15	1,4
Fenol + fibră de bumbac	5	10^{8}	0,32	600	250	6	1,4
Fenol + pînză din cîlți de bumbac	8	10^{11}	0,29	600	250	12	1,4
Fenol + mătase artificială	5	10^{11}	0,29	600	400	14	1,5
Fenol + făină lemn + fibră bumbac	5	10^{9}	0,29	600	250	5	1,4
Uree + făină lemn	8	10^{11}	0,31	700	250	6	1,5
Uree + pastă	8	10^{11}	0,31	800	300	6,5	1,5
Melamină + făină lemn	5	10^{10}	0,34	700	300	6	1,5
Melamină + fibră pastă	8	10^{11}	0,34	800	300	7	1,5
Melamină + fibră bumbac	8	10^{11}	0,34	600	300	5	1,5
Melamină + pastă de cîlți bumbac	5	10^{8}	0,34	600	300	6	1,5
Melamină + pulbere de rocă	5	10^{9}	0,55	400	300	2,5	2,0
Melamină + făină azbest	3	10^{8}	0,55	500	200	3,5	1,8
Idem + făină lemn	4	10^{9}	0,45	600	250	4,5	1,7
Melamină + fenol + făină lemn	8	10^{9}		800	—	6	1,6
Idem + pulbere de rocă	6	10^{8}	—	700	—	4,1	1,6
Melamină + fibră pastă	5	10^{9}	—	800	—	7	1,6
Poliester + fibre sticlă	10	10^{12}	—	600	450	22	1,7
Poliester + fibre textile	6	10^{9}	—	400	—	8	1,5
Epoxi + pulbere de rocă	18	10^{15}	0,25	700	—	6	1,9
Epoxi + fibră sticlă scurtă	15	10^{15}	0,22	800	—	8	1,8
Epoxi + fibră sticlă lungă	15	10^{15}	0,18	1200	—	16	1,9
Silicon + pulbere cuarț	10	10^{15}	0,50	500	200	2	1,9
Silicon + fibre sticlă	10	10^{15}	0,50	600	200	30	1,8
Rășini termoreactive de turnare							
Poliester întărit la rece	30	10^{15}	0,16	1100	600	9	1,2
Poliester întărit la cald	25	10^{15}	0,13	1500	850	20	1,3
Epoxi întărit la rece	20	10^{12}	0,15	900	550	15	1,2
Epoxi întărit la cald	18	10^{14}	0,15	1400	600	16	1,3
Metacrilat întărit la cald	40	10^{14}	0,16	1200	700	15	1,2

1	2	3	4	5	6	7	8
Materiale izolante anorganice							
Predominant silicat de aluminiu:							
— Porțelan, Metalith	350	10^{11}	1,40	400	250	1,8	2,4
— Produr, Karbowid	390	10^{12}	2,00	800	420	2,2	2,5
Predominant silicat de magneziu:							
— Steatit	200	10^{12}	2,00	1200	450	3	2,6
— Elit, Calit, Rozalit	300	10^{12}	2,00	1400	450	4	2,8
Oxid de titan: Sirutit	100	—	3,00	900	300	2,5	3,5
Titanați: Konstit, Kerafar	100	—	—	900	300	2,5	4,0
Silicat Mg și Al: Sipa	100	10^{11}	1,70	500	250	1,8	2,1
Titanat de bariu: Sibatit	30	—	—	600	—	1,6	5,2
Silicat magneziu: masă ceramică	—	—	1,10	500	100	1,8	2,0
Silicat aluminiu: masă ceramică	250	10^{12}	2,50	1200	400	4	2,6
Oxid magneziu: ceramică	—	—	7,00	—	—	—	2,5
Silicat de zirconiu	—	—	2,90	900	—	2	2,5
Eucriptit	300	10^{10}	0,90	1300	—	—	2,4
Sticlă de borosilicați	220	10^{13}	1,00	900	—	—	2,3

Notă. Semnificația simbolurilor din capul tabelului este: E_s — rigiditatea dielectrică; ρ_v — rezistivitatea de volum, γ_t — conductivitatea termică; σ_r, σ_t — rezistența la tracțiune, respectiv rupere; *HC* — reziliență; γ_0 — densitatea. În cuprins: *fr* — fără rupere.

2.3.2. *Materiale electroizolante utilizate în construcția mașinilor și aparatelor electrice*

2.3.2.1. Clasele de izolație

Conform STAS 6247-60, materialele electroizolante utilizate în construcția mașinilor și aparatelor electrice, după temperatura care le caracterizează stabilitatea termică, se clasifică în următoarele clase de izolație:

Clasa de izolație Y-90°C: izolații din bumbac, mătase sau hîrtie neimpregnate sau neintroduse în lichide electroizolante și alte materiale dovedite experimental că pot funcționa la 90°C.

Clasa de izolație A-105°C: izolații din bumbac, mătase sau hîrtie impregnate sau introduse în lichide electroizolante și alte materiale dovedite experimental că pot funcționa la 105°C.

Clasa de izolație E-120°C: unele pelicule organice sintetice și alte materiale dovedite experimental că pot funcționa la temperatura de 120°C.

Clasele de izolație B-130°C și F-155°C: materiale pe bază de mică, azbest, fibre de sticlă cu lianți și compunduri de impregnare corespunzătoare și alte materiale dovedite experimental că pot funcționa la 130°C, respectiv la 155°C.

Clasa de izolație H-180°C: materiale pe bază de mică, azbest și fibre de sticlă cu lianți și compunduri silico-organice și alte materiale dovedite experimental că pot funcționa la 180°C.

Clasa de izolație C — peste 180°C: materiale pe bază de mică, porțelan, cuarț, sticlă cu sau fără lianți organici și alte materiale dovedite experimental că pot funcționa la peste 180°C (temperatura de utilizare este limitată numai de caracteristicile fizico-chimice și electrice ale acestor materiale).

În paragrafele 2.3.2.2 ... 2.3.2.10 se indică clasa de izolație pentru fiecare din materialele prezentate.

2.3.2.2. Lacuri electroizolante

• *Lacuri de impregnare,* cu uscare la cuptor; tipuri:

— *lac C41 (447)* — NID 332-53: A — 50; 22 kV/mm — 8 h la 100 ... 110°C[1]; oleobituminos — negru, nu rezistă la ulei; pentru bobinaje cu izolație textilă;

— *lac C42(458)* — NID 330-53: A — 55; 15 kV/mm — 4 ... 6 h la 120°C; oleobituminos — negru, rezistent la umiditate dar nu la ulei; pentru bobinaje izolate cu bumbac, la repararea mașinilor și aparatelor aflate în exploatare;

— *lac C43(460)* — NID 331-53: A — 50; 21 kV/mm — 10 ... 15 h la 100 ... 110°C; oleobituminos — negru, rezistent la umiditate dar nu la ulei; pentru ultima impregnare peste lacul C42;

---

[1] Clasa de izolație — rigiditatea dielectrică — timp de uscare la temperatura; idem, la lacurile de acoperire și diverse.

— *lac C51(1154)* — NIS 45-77: E — 55 kV/mm — 2 h la 110°C; oleogliptalic — galben-brun, nu rezistă la ulei; pentru bobinaje;

— *lac C51M(ALM-1)* — NID 1007-68: B — 80; 40 kV/mm — 10 h la 120°C; oleogliptalic — galben-brun, rezistent la ulei; pentru bobinaje;

— *lac C56* — NTRE-2514/1-82: F — 85I; 85II kV/mm — 2 h la 120°C apoi în trepte 2 h la 150°C, 16 h la 120°C, 5 h la 150°C; lac alchidic modificat cu rășină fenolică C-56, galben-brun;

— *lac C71* — NID 3008-82: F — 45; 20 kV/mm — 8 ... 10 h la 120°C apoi în trepte de 8 ... 10 h pînă la 160°C; poliuretanic — galben; pentru bobinaje în înaltă frecvență;

— *lac C82* — NID 3008-82: F — 50; 80 kV/mm — 10 ... 15 kV/mm — 10 ... 15 h la 130 ... 150°C; poliesteric imidic — galben; pentru mașini electrice mari expuse la temperaturi de regim pînă la 155°C.

• *Lacuri de acoperire*, cu uscare în aer (la temperaturi sub 30°C) sau la cuptor (la temperaturi de la 100°C în sus); tipuri:

— *lac C44(462)* — NID 649-57: A — 40; 10 kV/mm—24h la 20°C; oleobituminos — negru, rezistent la umiditate și acizi dar nu la ulei mineral, dă peliculă dură și lucioasă cu proprietăți mecanice bune; pentru bobine și piese fixe;

— *lac AA-62M(SDV-A)* — NID 2703-72: A—30; 8 kV/mm- — 24 h la 20°C; oleogliptalic modificat — pigmentat gri, rezistent la uleiuri minerale dielectrice clorurate dar nu la acizi și baze; pentru suprafețe metalice (carcase, statoare, pachete magnetice etc.);

— *lac AA-63(KVD)* — NID 650-57: A — 30; 7 kV/mm — 24 h la 20°C; oleogliptalic modificat — pigmentat roșu; în rest similar AA-62M;

— *lac C21(202)* — NID 334-53: E — 50 kV/mm — 12min la 220°C; oleorășinos — galben, dă peliculă netedă, lucioasă, foarte dură, flexibilă și rezistentă la umiditate, uleiuri și agenți chimici; pentru lăcuirea tolelor;

— *lac AA-66* — NID 3230-72: B — 60 kV/mm — 23 h la 20°C; din rășini sintetice — transparent, rezistent la umiditate și ulei de transformator, cu aderență bună;

— *lac AA-67* — NID 3230-72: B — 30 kV/mm — 24 h la 20°C; rășini sintetice — pigmentat gri, rezistent la ulei mineral clorurat, la acizi și baze; utilizare ca lacul AA-62M;

— *lac CA-61M(SPD)* — NID 2703-73: E — 50; 15 kV/mm — 3h la 120°C; oleogliptalic — pigmentat gri, dă peliculă cu proprietăți mecanice ridicate, aderență bună și rezistentă la arc și uleiuri minerale.

• *Lacuri de emailare* pentru conductoare de cupru ET; tipuri:

— *lac CA83* — NID 3655-74: F — P = 30 ± 5 s; F = 250 ± 50 s[1]; poliester tereftalic — brun, rezistent la solvenți, cu stabilitate termică ridicată;

— *lac CA84* — NID 3655-74: F — F = 280 ± 70 s; în rest ca CA83;

— *lac CA85* — NID 3655-74: F — P = 30 ± 5 s; F = 500 ± 100 s; poliester imidic — brun, rezistență bună la solvenți și îmbunătățită la șoc termic;

— *lac CA86* — CS 16-81: H — P = 30 ± 5 s; F = 150 ± ± 50 s; poliesterimidamidă izocianurat — brun, dă peliculă cu rezistență bună la solvenți și foarte bună la șocuri termice;

• *Lacuri diverse*; cu uscare la cuptor; tipuri:

— *lac C11 (IF)* — NID 511-79: B — 10 kV/mm — 1 ... ... 2 min la 160°C; fenolformaldehidic — brun-roșcat; de acoperire și încleiere, dă peliculă dură, lucioasă, rezistentă la uleiuri, acizi și agenți atmosferici dar puțin elastică; utilizări multiple (la produse stratificate presate, în compoziții de presare);

— *lac C12 (IK)* — NID 511-79: B — 14 kV/mm — 1 ... ... 3 min la 160°C; crezolformaldehidic — brun-roșcat; cu proprietăți dielectrice mai bune ca C11, în rest la fel.

2.3.2.3. Mase de turnare — compunduri — chituri

• *Mase bituminoase negre* — STAS 3987-83: tip B65: 120 kV/cm — 12% — 65°C[2]; tip B90: 120 kV/cm — 10% — 90°C; pentru umplerea manșoanelor cu $U_n = 6$ kV, și cutiilor terminale cu $U_n = 10$ kV.

---

[1] Clasa de izolație-vîscozitate: P — tip pîslă, F — tip filieră.

[2] Rigiditate dielectrică — concentrație volumetrică — punct de picurare.

• *Mase nebituminoase galbene* — STAS 3898-80: tip 35: 160 kV/cm —10% — 55 ... 75°C; pentru umplerea manșoanelor și cutiilor terminale pentru tensiuni pînă la 35 kV inclusiv.

• *Chit pentru bobine* — NID 710-80: rigiditate dielectrică — 2; 1,5 kV/cm; uscare la cuptor în 10 h la 110°C, 7 h la 150°C; masă plastică omogenă, densă, neagră.

2.3.2.4. **Hîrtie și țesături impregnate**

• *Hîrtii impregnate și hîrtii lăcuite tip HI* — NIS 35-83: clasă izolație B; în sul lat 1,5 ... 2 m; tip sulfat, impregnate în lacuri fenolformaldehidice cu diverse încărcări de rășină; pentru fabricat piese stratificate presate.

• *Hîrtie impregnată pentru izolarea cablurilor tip A* — NIS 877-60: clasă izolație A, benzi impregnate cu mase nebituminoase pentru izolarea îmbinărilor și capetelor de cabluri subterane înainte de compundare.

• *Țesături de bumbac impregnate tip TI* — NIS 36-79: clasă izolație E, în sul lat 1400 ± 100 mm, impregnate ca *HI*.

2.3.2.5. **Materiale flexibile lăcuite**

• *Hîrtie lăcuită HL* — NID 512-60: A — s. 1m × 0,1; 0,14 mm — r 1.15, 20, 25, 30 × 0,1; 0,14 mm[1]; hîrtie sulfat — lac pe bază de ulei de in polimerizat; pentru bobinaje.

• *Țesături lăcuite din mătase* (galbene) — NID 166-63: tip *MNL* — mătase naturală: A — s.0,9 m × 0,1; 0,15 mm, — r 2.10, 15, 20, 25, 30 × 0,1; 0,15 mm; tip *MVL* — mătase vegetală: A — s.1 m × 0,15; 0,17 mm — r2.10, 15, 20, 25, 30 × 0,2; 0,24 mm; lac ca la HL; pentru izolația mașinilor și aparatelor electrice.

• *Țesături lăcuite din fire poliamidice* — NID 106-76: A — s.0,85; 1 m × 0,1; 0,15 mm — r1.10; 15 × 0,1; 0,15 mm — r2.20; 15 × 0,15; 0,2 mm; lac ca la *HL*; pentru mașini și aparate electrice.

• *Țesături lăcuite din fire poliesterice tip TP* — NID 2274-67: A — s.0,9 m × 0,1; 0,15 mm — r1.10; 15 × 0,2; 0,1 mm — r2.20; 15 × 0,15; 0,2 mm; lac poliesteric saturat; pentru izolarea capetelor de bobine.

---

[1] Clasa de izlație – sul lățime × grosime material – rolă (dreaptă) sau rolă 2 (diagonală) lățime × grosime material.

• *Țesături lăcuite din fire de sticlă*:

— *tip 463* — NID 3299-74: F — s.1 m × 0,1; 0,15 mm — r1.15, 20, 25, 30 mm × 0,2; 0,1; 0,15; 0,2 mm; lac organic; pentru izolarea bobinelor și barelor de inducție ale motoarelor electrice;

— *tip SRSi* — NID 1324-63: H — s.1 m × 0,1; 0,15 mm — r1. min. 10 × 0,2; 0,1; 0,15; 0,2 mm; lăcuite cu rășină siliconică; pentru lăcuirea bobinajelor, capetelor de bobină etc. la mașinile electrice.

• *Bandă de fretare BF* — NID 3450-78: F — rigiditatea dielectrică 10 kV/mm — r1.20 × 0,3; 0,4 mm; din fire de sticlă și rășină poliesterică nesaturată; pentru consolidarea rotoarelor și transformatoarelor.

• *Tuburi izolante flexibile*, pentru izolarea conductoarelor și conexiunilor mașinilor electrice; tipuri:

— *TL* — tuburi lăcuite din împletitură din fire de vîscoză sau bumbac — STAS 9297-73; A — $\varnothing_i = 0,5 \div 0,12$ mm, $L = 1,1$ m; lac pe bază de ulei polimerizat;

— *SLO* — tuburi impregnate din foiță de sticlă — NID 2269-67: B — $\varnothing_i = 1 \div 12$ mm, $L = 0,8 \div 1$ m; lac organic (poliesteric sau poliuretanic);

— *SCSi — 1, 2, 3, 4* — tuburi din fire de sticlă impregnate cu siliconi — NTRE-1350/1-80: H — $L = 0,85$ m; cauciuc siliconic;

— *SFR-1; 2* — tuburi din fire de sticlă lăcuite cu poliuretan — CS 24-80: F — $\varnothing_i = 1,5$; 1,2 mm, $L = 0,85$ m

2.3.2.6. Materiale stratificate dure

• *Materiale din hîrtie impregnată (straticel)* utilizate la mașini și aparate electrice, în aer sau ulei mineral; tipuri:

— *HS1, 2, 3, 5, 6, 7* — plăci din hîrtie impregnată — STAS 7144-80: E — 1 400 ÷ 1 500 × 900 ÷ 1 400 × 0,2 ÷ ÷ 50 mm; prin presare la cald a mai multor straturi de hîrtie impregnată cu rășini termoreactive; admit prelucrare mecanică;

— *HS8* — plăci straticel destinate calibrării — CS 26-80: ca HS1 ÷ 7; se pot debita în fîșii;

— *HS9* — plăci straticel — CS 11-80: E — 1 400 ÷ ÷ 2 000 × 900 ÷ 1 400 × 4 ÷ 20 mm;

— *straticel placat cu cauciuc* — CS 39-82, 36-82: E — 1 000 × 250 × 1,6 mm, respectiv 1 000 × 250 × 2,2mm

— *620; 622* — tuburi rulate din hîrtie (straticel tuburi) — STAS 9463-73: E — $\varnothing_i$ = 4÷600 mm, L = 400÷÷2 450 mm respectiv $\varnothing_i$ = 10÷100 mm, L = 400÷1 900 mm prin rularea și tratarea termică a hîrtiei impregnate cu rășini termoreactive;

— *produse fasonate din straticel* — NIP 14-75, NI 687-58, NID 1723-65, NIP 16-75: piese izolante presate în matrițe, formate prin rulare sau prelucrate mecanic din plăci sau tuburi, la cerere.

• *Materiale din țesături de bumbac impregnate:*

— *ST1 :2* — stratitex plăci — STAS 8579-80: E — 1350 × × 850 × 0,5 ÷ 60 mm; prin presarea la cald a mai multor straturi de țesătură impregnată cu rășini termoreactive;

— *ST4* — stratitex plăci — CS 25-80: E — 1 400 × 850 × × 10; 20 mm; idem;

— *ST3* — stratitex bare: E — $\varnothing$ = 8 ÷ 60 mm, L = 550 mm; ca ST1; 2;

— *produse fasonate din stratitex* — NID 2514-69, 1772-65, CS — 10-78, 15-78, 17-79: v. produse fasonate din straticel.

• *Materiale din țesături din fire de sticlă impregnate:*

— sticlostratitex plăci: tip *S672* — STAS 10288-80 — E, 1200 × 850 × 2,5 ÷ 25 mm; tip *673/1* — STAS 102888-80— — F, 1 200 × 850 × 0,5 ÷ 30 mm; tip *SFR4* — NTRE 24061/1-82 — E, 1 300 × 1 000 × 0,2 ÷ 2,5 mm; ca *ST1*;

— sticlostratitex plăci *SG104* — NTRE 2051/1-81: B, 1 300 × 1 000 × 0,5 ÷ 2,5 mm; idem, dar impregnată cu rășină epoxidică;

— prepeguri pentru scopuri generale *PG10* — IADE 157-79: B, sul lat de 1 050 mm; idem;

— *produse fasonate și rulate* din sticlostratitex — CS 6-76, 19-80; v. produse fasonate din straticel.

2.3.2.7. **Materiale stratificate placate cu cupru**

Se utilizează pentru cablaje pentru circuite imprimate; tipuri:

• Sticlostratitex placat cu Cu (simplu 1/10 sau dublu 1/1): SG10 — NID 6432-77; *SFR* 4 — NID 6420-77 (rezistent la flacără); *SG11* — NID 82E-79; clasă izolație B — SG10, SFR4 și E — SG11; grosimea foliei de cupru — 17,5; 35 μ;

• Straticel simplu placat cu Cu *F22* — NID 5799-79: E, 1 450 × 1 050 × 1,6 mm; folia de cupru de 35 μ; rezistent la flacără.

2.3.2.8. **Produse pe bază de mică foiță**

• *Mica folii* — admite formarea la cald; tipuri:

— *MMS* (mică foiță — șelac — hîrtie sulfat), *MMG* (mică foiță — lac gliptalic — hîrtie sulfat) — micafolii — NID 169-78: B, coale 900 × 600 × 0,15 ÷ 0,5 mm;

— *MMS-0,10; MMS-0,15* — micafoliu special — NID 969-76: B, sul 400; 900 × 0,1; 0,15; mică foiță — șelac — hîrtie japoneză;

— *707* — sticlomicafoliu — NID 2925-71: F, sul 600 × × 0,12 mm; mică foiță — rășină epoxi — hîrtie japoneză — țesătură sticlă.

• *Micanită*, pentru lamele izolante la mașini electrice; tipuri:

— *MFS* (mică foiță — șelac), *MFG* (mică foiță — lac gliptalic) — micanită de formare — NID 70-71: B, coli 850 × 550 × 0,15 ÷ 1 mm;

— *CM3* — micanită de colector — NID 1045-76: B, plăci 850 × 550 × 0,4 ÷ 1,5 mm; mică foiță — șelac;

— micanite flexibile — NID 2878-74: coli 850 × 550 mm; tip *745 (MG)* — F, mică foiță — lac poliesteric, gros 0,15÷0,6 mm; tip *746 (S1MG)* — F, mică foiță — lac poliesteric — 1 suport țesătură textilă, gros 0,2÷0,5 mm; tip 747 (S2MG) — F, mică foiță — lac poliesteric — 2 suporturi țesătură sticlă, gros 0,2÷0,5 mm; tip *748 (MSi)* — H, mică foiță — lac siliconic, gros 0,15÷0,5 mm; tip *749 (S1MSi)* — H, mică foiță — lac siliconic — 1 suport țesătură sticlă, gros 0,2÷0,5 mm; tip *750 (S2MSi)* — H, mică foiță — lac siliconic — 2 suporturi țesătură sticlă, gros 0,2÷0,5 mm.

• *Micabenzi*, de tipurile:

— negre — NID 2481-71: tip *H2MN* — B, role 15 ÷ ÷ 45 × 0,1 ÷ 0,13 mm, mică foiță — lac oleobituminos — 2 suporturi hîrtie japoneză; tip *T2MN* — B, role 15÷45 × × 0,13 mm, mică foiță — lac oleobituminos — 2 suporturi mătase naturală;

— albe — NID 2481-71: role 15 ÷ 45 × 0,13; tip *759 (S2MG)* — F, mică foiță — lac poliesteric — 2 suporturi

mătase naturală; tip *760 (S1MSi)* — H, mică foiță — lac siliconic — suporturi țesătură sticlă; tip *761 (S2MSi)* — H, mică foiță — lac siliconic — 2 suporturi țesătură sticlă.

• *Produse fasonate și rulate:*

— izolatoare de mică — sticlă *MS50* — NID 1672-75: amestec de mică foiță și sticlă măcinată presat la cald pe armături și cepuri metalice;

— cilindrii din micafolii și micanite *CMF* — NID 1151-62: $\varnothing = 10 \div 50$ mm; pentru colectoare mașini electrice;

— diverse produse fasonate — NID 145-77, 149-77, 3695-77: prin presare la cald sau în matrițe speciale.

2.3.2.9. **Produse pe bază de hîrtie de mică**

• *Hîrtie de mică muscovit sau flagopit* — NIS 61-76: sul 1 000 × 0,055 ÷ 0,25 mm; mică brută muscovit sau flagopit dezintegrată cu jeturi de apă și constituită în foaie continuă.

• *Produse rigide:*

— hîrtie de mică impregnată *P777* — NID 3375-73: B, sul pe 4 foi presate, lat 950 mm; hîrtie mică — șelac;

— termomicanită *P770* — NID 3281-72: C, plăci 950 × 450; 920 × 0,2 mm; hîrtie mică — lac siliconic;

— micanită de colector — NID 3280-75: tip *P781* și *P782* — B, plăci 950 × 450 × 0,3 ÷ 1 mm, hîrtie mică — șelac; tip *P7385* — F, plăci 950 × 450 × 0,2 mm, hîrtie mică — rășină epoxi.

• *Produse flexibile:*

— micanită tip: *P712* — NID 26-74 — B, sul 950 × 0,08; 0,11; 0,14 mm, hîrtie mică — lac poliuretanic; *P713* — NID 3377-73 — B, sul 950 × 0,1; 0,15; 0,17, hîrtie mică — lac poliuretanic — 1 suport țesătură sticlă; *P714* — NID 3377-73: B, sul 950 × 0,15; 0,22, hîrtie mică — lac poliuretanic — 2 suporturi țesătură sticlă; *P715* — NID 3377-73 — F, sul 950 × 0,09; 0,11; 0,14 mm, hîrtie mică — lac epoxidic; *P716* — NID 3377-73 — F, sul 950 × 0,11; 0,15; 0,17 mm, hîrtie mică — lac epoxidic — 1 suport țesătură sticlă; *P717* — NID 3377-73 — F, sul 950 × 0,15; 0,22; 0,15 mm, hîrtie mică — lac epoxidic — 2 suporturi țesătură sticlă; *P718* — NID 3377-73 — H, sul 950 × 0,09; 0,11; 0,14 mm, hîrtie mică — lac siliconic; *P719* — NID 3377-73 — sul

950 × 0,11; 0,13; 0,15 mm, hîrtie mică — lac siliconic — 1 suport țesătură sticlă; *P720* — NID 3377-73 — H, sul 950 × 0,15; 0,22 mm, hîrtie mică — lac siliconic — 2 suporturi țesătură sticlă;

— micabandă — NID 3373-73, tipurile: *P713* — B, rolă 15 ÷ 45 × 0,1; 0,15; 0,17 mm; *P714* — B, rolă 15 ÷ 45 × × 0,15; 0,22 mm; *P716* — F, rolă 15 ÷ 45 × 0,11; 0,16; 0,17; *P717* — F, rolă 15 ÷ 45 × 0,15; 0,22 mm; *P719* — H, rolă 15 ÷ 45 × 0,11; 0,13; 0,15 mm; *P720* — H, rolă 15 ÷ 45 × 0,15; 0,22 mm.

• *Produse termoreactive:*

— micafoliu sau micabandă *P701* — NID 3376-78: F, sul 950 × 0,15; 0,18 mm, respectiv rolă 15 ÷ 45 × 0,15; 0,18 mm; hîrtie de mică — lac epoxidic — 1 suport țesătură de sticlă;

— micabandă — NID 3376-78; tipuri: *P711* — F, role 15 ÷ 45 × 0,11; 0,13; 0,15 mm; *P722* — F, role 15 ÷ 45 × × 0,14 mm; hîrtie de mică — lac expoxidic — 1 suport țesătură de sticlă;

— micanită și micabandă *P723* — NID 3376-78: H, sul 950 × 0,11; 0,13 mm respectiv rolă 15 ÷ 45 × 0,13; 0,11 mm hîrtie de mică — elastomer siliconic nevulcanizat — 1 suport țesătură sticlă.

2.3.2.10. Izolații combinate

Se utilizează pentru izolații în crestături și între straturile înfășurărilor mașinilor electrice.

• *Stratifol, tip 500, 501, 503* — NID 2920-71: E, sul 1 m × respectiv 0,25; 0,2; 0,22 mm, preșpan — folie poliesterică — preșpan; tip *507; 508* — NID 3417-73: E, sul 1 m × respectiv 0,25; 0,19 mm, preșpan — folie poliesterică.

• *Izolații combinate P724* — NID 2977-71: B, coli 850 × 500 × 0,2 mm; folie poliesterică — hîrtie de mică — folie poliesterică.

• *Izolații de crestătură, tipuri: 744 (HMH)* — NID 2878-74 — B, coli 850 × 550 × 0,22 mm, folie poliesterică — mică foiță — folie poliesterică; *725* — F, coli 900 × 550 × 0,25; 0,2 mm, folie poliesterică — țesătură de sticlă — hîrtie de mică — folie poliesterică și rășină epoxidică; *510* — F, coli 900 × 450 × 0,25 mm, țesătură de sticlă lăcuită și folie poliesterică.

2.3.3. *Izolatoare electrice*

2.3.3.1. Izolatoare pentru linii electrice aeriene

Specificația		Tipul	s_{cM} $\varnothing_{cM}$	F_r, daN	Masa, kg	Gabarit $H \times D$, mm
		Izolatoare pentru LEA de joasă tensiune				
Izolatoare de susținere — STAS 665-80		N 87	50	1000	0,360	87 × 80
		N 97	150	1800	0,550	97 × 95
Izolatoare de tracțiune — STAS 8999-71		T 65	25	500	0,320	65 × 75
		T 80	50	1000	0,550	80 × 95
		T 115	150	1500	1,400	115 × 120
		TD 80	50	1250	0,700	80 × 80
		TD 115	150	2000	1,500	115 × 115
Izolatoare pentru siguranțe fuzibile — STAS 1652-75		Sig 85	6	500	0,300	85 × 64
		Sig 115	16	1000	0,600	115 × 74
		Sig 140	50	1200	1,000	140 × 89
Izolatoare pentru ancorare:	STAS 3187-68	A 3	—	3730	0,750	110 × 78
		A 6	—	6000	1,720	118 × 96
		A 8	—	9320	3,800	170 × 125
	CS 314-65	IN	—	—	0,200	66 × 64
	CS 476-65	IOA	—	—	0,370	80 × 62
	CS 526-66	RS_3	—	—	0,300	93 × 81
	CS 733-67	IS	—	—	0,430	81 × 70
		IAS_2	—	—	0,800	135 × 103
		Izolatoare pentru LEA de medie tensiune				
Izolatoare de suspensie tip tijă 20 kV — NI 2734-70		ITfs 60/6	21	6570	9,50	485 × 120
		ITfs 60/7	21	6570	10,10	530 × 120
Izolatoare de susținere tip suport — NI 2709-70	10 kV	IS-Ns 10A	25	981	5,28	172 × 140
		IS-Ns 10B	25	981	5,67	172 × 140
	20 kV	IS-Ns 20A	25	981	7,34	246 × 165
		IS-Ns 20B	25	981	7,77	246 × 165
Izolatoare suport Δ STAS 2513-73		Δ35	—	2452	—	287 × 267

Notă. 1. Semnificația notației din capul tabelului: s_{cM} — secțiunea maximă a conductorului (pentru JT), mm²; $\varnothing_{cM}$ — diametrul maxim al conductorului (pentru MT), mm; F_r — forța de rupere.

2. Izolatoarele Δ se folosesc cu suporturi metalice STAS 411-67.

	Denumirea – Tipul	Elementele componente	STAS
Suporturi și treceri izolante	Suporturi izolante:		
	I–3,75–20÷195–SO;SR	Io+CI+SOI sau SRI+DI	1785-73; 80
	I–7,50–20÷250–SO;SR	Ie+Ci+SOI sau SRI+DI	1785-73; 80
	I–12,5–20÷170–SP	Ie+CI+SP+DI	1785-73; 80
	I–3,75–75÷195	Ii+As+Ai	5852-72; 80
	I–7,50–75÷195	Ii+As+Ai	5852-72; 80
	I–12,5–75÷195	Ii+As+Ai	5852-72; 80
	Treceri izolante:		
	Ti–7,5–60; 75–T/–400÷1000	TB; TC+FO–Ti+Cr––Ti+T–Ti+M	1786-73; 80
	Ti–7,5–60; 75–B/630÷1000	TB; TC+FO–Ti+CL–Ti+B–Ti	1786-73; 80
	Ti–12,5–60; 75–T/1000÷2000	ITi+FP–Ti+CR––Ti+T–Ti+M	9979-74
	Ti–12,5–60–B/1000	ITi+FP–Ti+CL––Ti+B–Ti	9979-74
	Ti–12,5–75–B/1000; 1250	ITi+FP–Ti+CL–Ti+B–Ti	9979-74
	Te–7,5–60; 75–T/400÷1000	TBe+FP–Te+CR––Ti+T–Ti+M	3538-74; 90
	Te–7,5–125–T/400; 630	ITe+FP–Te+Ci––Te+Ce–Te+T–Te	10370-75

	Specificația		Tipul	L_f mm	Masa kg	Gabarit $H \times D$, mm
0	1		2	3	4	5
Izolatoare diverse	Izolator de MT tip suport pentru stații interioare, simbol:	10-PA-75/3-CS 1013-73	Sr-10	–	3,90	415 × 160
			Sfm-10	–	3,90	283 × 160
		20-PA-125/4-CS 1013-73	Sr-20	–	8,00	495 × 200
			Sfm-20	–	8,00	405 × 200
		20-PB-125/4-NI 2760-70	S4-B	–	5,40	338 × 160
			S5-B	–	5,40	368 × 160
			S6-B	–	5,40	327 × 160
	Izolator suport de exterior	CS 472-65	ISIS 1	–	0,57	97 × 110
		–	SN 6	–	1,20	90 × 140
		CS 592-66	Sce 35	–	21,50	250 × 370
		CS 396-66	SSE 35	–	10,80	370 × 286
		CS 612-67	SSECG	–	13,60	524 × 200

0	1		2	3	4	5
	Izolator de IT tip coloană (F_r = 8 kN)	CS 1095-75	35-CB-200/5	720	28,00	536 × 190
		CS 1039-74	60-CB-350/13	1840	52,70	871 × 220
		CS 1095-75	110CB-450/9	1725	65,20	1200 × 220
		CS 1095-75	110CB-550/14	2650	72,30	1203 × 270

Notă. 1. Semnificația simbolurilor suporturilor și trecerilor izolante: I — suport izolant; Ii, Ie — izolator suport de interior, exterior; CI — capă; SOI, SRI, SP — soclu oval, rotund, pătrat; DI — disc de închidere; As, Ai — armătură superioară, inferioară; Ti — trecere izolantă interior-interior; FO — flanșă ovală; CR — capac pentru tijă rotundă; T, Ti — tijă de trecere; M — bucșă de centrare; B-Ti — bară de trecere; FP-Ti — flanșă pătrată; CL-Ti — capac pentru bară lată; TB, TC — izolator de trecere de interior clasa A (F_r = 7,5 kN), clasa B (F_r = 12,5 kN); ITi — izolator de trecere interior; *prima grupă de cifre* — clasa de efort (corespunzătoare forței de rupere de încovoiere, respectiv 3 750, 7 500, 12 500 N); *a doua grupă de cifre* — tensiunea de ținere la impuls 20, 45, 60, 75, 125, 170, 195, 250 kV, corespunzătoare tensiunilor nominale de utilizare de 1, 3, 6, 10, 20, 30, 35, 45 kV.

2. Pentru trecerile izolante de tensiuni peste 10 kV se vor respecta prevederile STAS 2874-80.

2.3.3.3. Izolatoare pentru instalații de joasă tensiune

Specificația		Tipul	$\varnothing_{cM}$, mm	M, kg	$H \times D$, mm
1		2	3	4	5
Izolatoare rolă pentru susținerea conductoarelor	NI 3618-74	R 18	8	0,006	18 × 6
		R 25	10	0,020	25 × 25
		R 35	12	0,060	35 × 35
		R 45	18	0,120	45 × 45
		R 55	20	0,220	55 × 55
		RC 35	8	0,070	35 × 35
		RC 45	11	0,070	45 × 45
		RC 55	15	0,150	55 × 55
		Rm 12	6	0,100	12 × 12
		Rm 20	10	0,030	20 × 32
	CS 315-66	IRM	12	0,004	25 × 80
	CS 760-69	DSI	11	0,035	17 × 41
	CS 761-69	RI	6	0,230	12 × 17
	CS 818-70	RCT-8	11	0,600	27 × 41

1		2	3	4	5
Pipe pentru tuburi de protecție		P 9	—	0,11	35 × 19
CS 636-76 (corespunzătoare diame-		P 11	—	0,015	46 × 23
trelor interioare ale tuburilor)		P 13	—	0,020	52 × 25
		P 16	—	0,030	60 × 30
		P 23	—	0,060	80 × 38
		P 29	—	0,110	100 × 46
Tile pentru tuburi de protecție		T 9	—	0,002	15 × 14
STAS 5764-73 (corespunzătoare dia-		T 11	—	0,005	18 × 20
metrelor tuburilor)		T 13,5	—	0,009	18 × 23
		T 16	—	0,007	18 × 25
		T 21	—	0,015	22 × 34
		T 23	—	0,020	22 × 36
		T 29	—	0,020	22 × 43
Izolatoare pentru trac-	CS 156-66	IBT	—	0,078	40 × 50
țiune electrică		IIT	—	0,080	29 × 50
		IM-S	—	0,300	63 × 35
	CS 440-66	IALE	—	0,280	71 × 62
	CS 446-66	IRTTV	—	0,075	24 × 56
	CS 462-65	ILT	—	0,400	64 × 69
	CS 652-67	IS	—	0,650	120 × 90
	CS 695-70	ISLT	—	0,150	52 × 62
	—	ICS	—	0,450	80 × 90
Izolatoare de tracțiune	—	IM-1	—	0,180	39 × 65
electrică la macarale și	—	IM-2	—	0,100	50 × 52
poduri rulante	—	IM-3	—	0,150	86 × 49
	CS 732-68	IM-4	—	0,100	36 × 50
	CS 667-76	ISM-1	—	1,140	86 × 98
	CS 523-66	ISM-3	—	0,450	55 × 100
	CS 790-69	ISM-4	—	0,250	42 × 84
	CS 460-65	IS	—	0,500	95 × 75
	CS 653-67	IC	—	0,500	85 × 75
	CS 620-67	ISLP	—	0,550	85 × 75
	CS 588-66	IP 1	—	0,200	50 × 70
	CS 656-70	ISPR	—	0,510	100 × 80
	CS 480-65	IMPR	—	0,358	34 × 65

Notă. Semnificația notațiilor din capul tabelului este: $\varnothing_{cM}$ — diametrul maxim al conductorului; M — masă; $H \times D$ — înălțime × diametrul (grosimea).

2.4. Materiale magnetice

2.4.1. *Materiale magnetice moi* (v. fig. 2.3, *a*)

Denumirea materialelor	Compoziția %	Permeabilitatea $10^{-3} \cdot$ H/m		H_c H/m	$4\pi J_s$ T
		μ_i	μ_m		
1	2	3	4	5	6
Fier sărac în carbon	99,8Fe + 0,2i	0,151	2,51	143,24	2,12
Fier Armco	99,1Fe + 0,1i	0,314	8,792	63,66	2,2
Carbonil	99,9Fe + 0,1i	2,51÷5,02	25,1÷27	6,37	2,17
Fier-siliciu	96Fe + 4Si	0,629	8,792	39,79	1,97
Idem, texturat	97Fe + 3Si	1,884	50,2	7,96	2,00
Alsfier (sendurst)	85Fe + 9,5Si + + 5,5Al	37,68	150,72	3,98	1,00
Radiometal	50Fe + 47Ni + + 3Cu	3,14	31,4	23,87	1,56
Megaperm 6510	65Ni + 10Mn + + 25Fe	6,027	31,4	6,37	0,86
Permalloy 45	55Fe + 45Ni	3,14	31,4	23,87	1,60
Idem 50 texturat	50Fe + 50Ni	6,28	251	3,98	1,56
Permalloy 65	65Ni + 35Fe	12,56	125,6	7,96	1,30
Permalloy 68	68Ni + 32Fe	1,507	314	2,39	1,30
Permalloy 78	78,5Ni + 21,5Fe	12,56	125,6	3,98	1,08
Permalloy cu crom	78,5Ni + 3,8Cr + + 17,7Fe	15,07	73,6	2,39	0,80
Permalloy cu molibden	78,5Ni— 3,8Mo + + 17,7Fe	15,07	150,72	3,18	0,87
Aliaj 1040	72Ni + 14Cu + + 3Mo + 11Fe	5,02	125,6	31,59	0,65
Mumetal	77Ni + 5Cu + + 2Cr + 16Fe	25,1	125,6.	3,98	0,72
Supermalloy	79Ni — 5Mo + + 16Fe	125,6	1256	0,23	0,80
Dynamax	65Ni + 2Mo + + 33Fe	—	1884	0,40	—

Materialul	Calitate material	p_H, W/kg		Inducție magnetică B, T				Masa, kg/dm³	
		P_{10}	P_{15}	B25	B50	B100	B300	fără oxizi	cu oxizi
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tablă silicioasă	EI-3,5	3,5	8,2	1,53	1,63	1,75	1,98	7,85	7,80
	EII-3,0	3,0	7,1	1,50	1,62	1,75	1,98	7,80	7,75
	EII-2,6	2,6	6,1	1,50	1,62	1,75	1,98	7,80	7,75

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tablă silicioasă	EIII-2,4	2,4	5,8	1,48	1,59	1,73	1,95	7,70	7,65
	EIII-2,2	2,2	5,8	1,48	1,59	1,73	1,95	7,70	7,65
	EIII-2	2,0	4,9	1,46	1,57	1,72	1,94	7,70	7,65

Notă. Semnificația simbolurilor din capul tabelului este μ_i – permitivitatea inițială; μ_M – permitivitatea maximă; H_c – forța coercitivă; $4\pi J_s$ – intensitatea de magnetizare la saturație; p_H – pierderi prin histerezis: P_{10}, P_{15} – magnetizare în cicluri în cîmp magnetic 50 Hz pentru valorile de vîrf $B_H = 1$; 1,5 Wb/m² la 20°C; $B_{25...300}$ – inducția magnetică corespunzătoare cîmpurilor $H = 25...300$ A/cm.

2.4.2. *Materiale magnetice dure* (v. fig. 2.3, *b*)

Denumirea	Codul	B_r T	H_{cB} kA/m	$(BH)_M$ kJ/m³	H_{cJ} kA/m	μ_{rev}	γ g/cm³
1	2	3	4	5	6	7	8
Materiale metalice magnetic dure							
Aliaje alnico izotrope: 8/4	R1-0-1	0,50	36	8	37	4,5	7,1
10/5	R1-0-2	0,60	50	10	51	4,0	7,1
14/5	R1-0-3	0,65	54	14	56	4,0	7,1
14/8	R1-0-4	0,60	72	14	78	3,0	7,1
18/9	R1-0-5	0,62	80	18	86	3,0	7,0
Idem, în liant	R1-2-1	0,29	72	7	78	2,0	5,5
Aliaje alnico anizotrope: 13/5	R1-1-0	0,70	48	13	49	5,0	7,1
30/4	R1-1-1	1,15	40	31	41	5,0	7,2
35/5	R1-1-2	1,18	48	35	49	5,0	7,2
28/7	R1-1-3	0,85	64	28	65	4,0	7,2
44/5	R1-1-4	1,26	50	44	51	4,0	7,2
50/6	R1-1-5	1,26	56	50	57	3,0	7,2
56/6	R1-1-6	1,30	56	56	57	3,0	7,2
56/7	R1-1-7	1,22	65	56	66	3,0	7,2
28/10	R1-1-8	0,80	100	28	104	2,0	7,3
60/11	R1-1-9	0,90	110	60	112	2,0	7,3
Materiale oxidice magnetic dure							
Ferită dură izotropă 6/20	S1-0-J1	0,20	116	5,6	200	1,2	4,8
Idem, în liant	S1-2-L1	0,135	91	3,0	181	1,1	4,0
Ferită 20/22	S1-1-K0	0,32	215	20,0	223	1,1	4,6

1		2	3	4	5	6	7	8
Ferită dură anizotropă:	22/14	S1-1-K1	0,35	131	22,3	135	1,1	4,6
	25/13	S1-1-K2	0,37	130	24,8	135	1,1	4,8
	27/13	S1-1-K3	0,39	130	27,1	135	1,1	4,9
	24/23	S1-1-K4	0,36	223	23,9	231	1,05	4,6
	27/23	S1-1-K5	0,38	223	27,1	131	1,05	4,8

Notă. 1. Simbolizare: B_r — inducția magnetică remanentă; H_c — forță coercitivă; μ_{rev} — permeabilitate reversibilă; γ — greutate specifică.

2. Compoziția materialelor. Alnico: Al, Cu, Ti, Nb, V, Fe în diferite %; Ferite: Fe_2O_3, BaO, SrO, PbO în diferite % (STAS 6822-83).

3. După magnetizare la saturație, rămîn cu o energie magnetică specifică mare, făcîndu-le proprii utilizării în construcția magneților permanenți din componența circuitelor magnetice statice și dinamice.

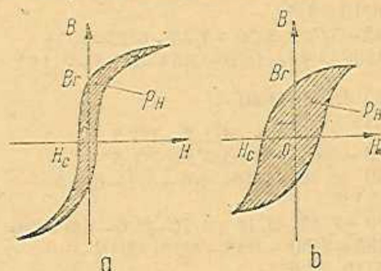


Fig. 2.3. Curba histerezis la materialele magnetice:
a — moi; b — dure.

2.5. Materiale de protecție mecanică și de susținere în instalațiile electrice

2.5.1. *Tuburi și țevi de protecție a conductoarelor*

2.5.1.1. Tuburi și țevi de protecție a conductelor izolate

Mărimea nominală	d_e mm	g mm	Masa kg/m	Nr. conductoare FY, AFY protejate în tub/secțiunea conductorului, în mm²
1	2	3	4	5
Tub izolant IPY — STAS 6990-77				
13	13	1,0	0,066	1/6—2/1,5—3/1,5—4/1
16	16	1,0	0,081	1/16—2/6—3/2,5—4/1,5—5/1,5—6/1—7/1
18	18	1,0	0,091	1/25—3/6—4/2,5—5/2,5—6/1,5—7/1,5

1	2	3	4	5
25	25	1,3	0,160	1/50–2/16–3/10–4; 5/6–6/4–7/2,5
32	32	1,6	0,250	1/95–2/25–3/25–4/10–5/10–6/6
39	39	1,8	0,340	1/120–2/50–3/35–4/25–5/16– –6/10–7/10
		Tub izolant IPEY – STAS 6990-77		
16	16	1,0	0,081	1/16–2/2,5–3/1,5–4/1
20	20	1,3	0,128	2/4–3/2,5–4/1,5–5/1,5–6/1
25	25	1,3	0,160	1/50–2/10–3/6–4/6–5/4–6/2,5– –7/1,5
32	32	1,6	0,250	1/95–2/25–3/16–4/10–5/10–6/6– –7/4
40	40	1,8	0,352	1/185–2/50–3/35–4/25–5/16– –6/10–7/6
50	50	2,0	0,484	2/95–3/70–4/50–5/35–6/25–7/16
63	63	2,0	0,609	2/150–3/95–4/70–5/63–6/35–7/35
		Tub PEL – STAS 7983-80		
16,1	18,6	1,25	0,54	1/25–2/6–3/4–4/2,5–5/1,5
17,9	20,4	1,25	0,59	1/35–3/6–4/4–5/2,5–7/1,5
20,0	22,5	1,25	0,66	1/50–2/10–3/10–4/6–5/4–6/2,5– –7/1,5
25,5	28,3	1,40	0,93	1/70–2/25–3/16–4/10–5/6–6/6–7/6
34,2	37,0	1,40	1,23	1/185–2/50–3/35–4/25–5/16– –6/10–7/6
44,0	47,0	1,50	1,68	2/70–3/50–4/35–5/25–6/16–7/10
		Țevi din oțel fără sudură – STAS 530/1-80		
12	12	1,5	0,388	1/6–2/2,5–3/1,5–4/1
16	16	1,5	0,536	1/10–2/4–3/4–4/2,5–5/1,5– –6/1,5–7/1,5
20	20	1,5	0,684	1/25–2/10–3/10–4/6–5/2,5–6/2,5
28	28	2,0	1,280	1/70–2/25–4/10–5/10–6/6–7/2,5
35	35	2,0	1,630	1/120–2/50–3/25–4/16–6/10–7/4
42	42	2,0	1,870	1/185–2/70–3/50–4/25–5/25–7/10
53	53	3,0	3,700	1/240–2/95–3/70–4/50–5/35– –6/35–7/16
70	70	4,0	6,510	2/185–3/120–4/95–5/70–7/35
80	80	4,0	8,380	2+240–3/185–4/185–5/120– –6/70–7/50

Notă. 1. Simbolizarea tuburilor: *I* — izolante; *P* — de protecție; *E* — etanșe; *Y* — din PVC; *L* — lăcuite.

2. Tuburile IPY — alb-gălbui pînă la cafeniu — și IPEY — vernil — se manipulează și montează la temperaturi de +5 ... +40°C; tensiuni nominal

660 V, respectiv 1 000 V; accesorii de montaj (STAS 552-80): doze de aparat tip AIP (metalice) și DMPA 13, 16, 18, 25 (din material plastic); doze de ramificație: RIPR 11; 13,5; 16; 23 și RIPP 29; 36 (metalice) și DMPR 13, 16, 18 (din material plastic).

3. Tuburile PEL se livrează cu manșoane de legătură corespunzătoare diametrului nominal (numai la cerere, fără).

4. Fixarea tuburilor aparent sau pe console se face cu bride de oțel cu una sau două urechi, respectiv tipurile: BM1-14; 17; 20; 22,5; 25; 29; 32 și BM2-40, 45, 50, 55, 60, 65.

2.5.1.2. **Tuburi, blocuri și țevi de protecția cablurilor electrice**

<table>
<tr><th>Denumirea</th><th>Caracteristici de utilizare</th></tr>
<tr><td>Tub întreg de beton — STAS 4905-72</td><td>$d_i = 93$ mm; $g = 23$ mm; $L = 1,05$ m</td></tr>
<tr><td>Tub din două bucăți de beton — STAS 4905-72</td><td>$d_i = 93$ mm; $g = 23$ mm; $L = 0,55$ m</td></tr>
<tr><td>Bloc întreg de beton — STAS 4905-72</td><td>4 găuri $d = 93$ mm; $l = 240$ mm; $L = 1\,000$ mm</td></tr>
<tr><td>Bloc beton din 3 bucăți — STAS 4905-72</td><td>4 găuri $d = 93$ mm; $l = 240$ mm; $L = 510$ mm</td></tr>
<tr><td>Tub de beton canalizare STAS 816-80</td><td><table>
<tr><td>d_i, mm</td><td>100</td><td>150</td><td>200</td><td>300</td><td>400</td></tr>
<tr><td>g, mm</td><td>22</td><td>24</td><td>26</td><td>36</td><td>42</td></tr>
<tr><td>L, mm</td><td colspan="5">1000; 1250; 1500; 2000; 2500</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>Tub de azbociment — STAS 7345/1-75</td><td>$L = 3\,000$ mm;
$d_i = 80, 100, 125, 200, 250, 300$ mm</td></tr>
<tr><td>Tub gresie NI 743-68</td><td>$d_i = 75, 100, 125, 200, 250, 300$ mm;
$L = 1$ m</td></tr>
<tr><td>Țevi oțel STAS 530/2-80</td><td>vezi § 2.5.1.1 pentru dimensiuni</td></tr>
<tr><td>Țevi din PVC — tip 1 — STAS 6675/2-80

Notă comună. La alegerea materialelor se va ține seama ca diametrul său interior să fie minimum 1,5× ×diametrul cablului protejat.</td><td><table>
<tr><td>1. d_e, mm</td><td>16</td><td>20</td><td>25</td><td>32</td></tr>
<tr><td>2. g, mm</td><td>1,0</td><td>1,1</td><td>1,3</td><td>1,6</td></tr>
<tr><td>3. M, kg/m</td><td>0,075</td><td>0,105</td><td>0,148</td><td>0,239</td></tr>
</table>
<table>
<tr><td>1</td><td>40</td><td>50</td><td>63</td><td>75</td><td>90</td></tr>
<tr><td>2</td><td>1,8</td><td>1,8</td><td>1,8</td><td>1,8</td><td>1,8</td></tr>
<tr><td>3</td><td>0,334</td><td>0,442</td><td>0,536</td><td>0,642</td><td>0,774</td></tr>
</table>
<table>
<tr><td>1</td><td>110</td><td>125</td><td>140</td><td>160</td><td>250</td></tr>
<tr><td>2</td><td>2,2</td><td>2,5</td><td>2,8</td><td>3,2</td><td>4,9</td></tr>
<tr><td>3</td><td>1,14</td><td>1,47</td><td>1,84</td><td>2,38</td><td>5,65</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

2.5.2. *Semifabricate metalice*

2.5.2.1. Profile din oțel laminate la cald

Oțel cornier cu aripi egale — STAS 428-80

$a \times a \times g$, mm	kg/m
20×20×4	1,47
30×30×4	1,78
40×40×4	2,42
40×40×5	2,97
50×50×5	3,77
50×50×6	4,47
60×60×6	5,42
60×60×8	7,09
70×70×7	7,38
70×70×8	9,63
100×100×10	15,00

Oțel IE economic STAS 7550-66

h, cm	$b \times d$, mm	kg/m
18	90×5,1	18,4
20	100×5,2	21,0
22	110×5,4	24,0
24	115×5,6	27,3

Oțel UE economic STAS 7551-66

h, cm	$b \times d$, mm	kg/m
18	70×5,1	8,7
20	76×5,2	9,0
24	90×5,6	10,0

Oțel pătrat STAS 334-80

a, mm	kg/m
14	1,510
16	2,010
18	2,540
20	3,140
25	4,190
30	7,040
36	10,200
40	12,600
45	13,900
50	19,600
56	24,600

Oțel cornier cu aripi neegale — STAS 425-80

$a \times b \times g$, mm	kg/m
80×65×8	8,66
100×75×9	11,80

Oțel T3 cu aripi egale STAS 566-80

a, cm	g, mm	kg/m
3	4	1,77
4	5	2,96

Oțel beton STAS 438/1-80

d, mm	kg/m
6	0,222
8	0,295
10	0,617
12	0,888
14	1,210
16	1,580
18	1,990
20	2,470
22	2,980
25	3,850
32	6,310
40	9,860

Oțel lat 395-80

a mm	Masa liniară, kg/m, pentru b, mm				
	5	8	10	12	16
50	196	3,14	3,92	—	—
70	—	4,40	5,49	6,59	8,79
100	—	6,28	7,85	9,42	12,60
120	—	7,54	9,42	11,30	15,10
130	—	8,16	10,20	12,20	16,30
150	—	9,42	11,80	14,10	18,80

Bandă de oțel STAS 908-80

a mm	kg/m pentru b, mm:			a mm	kg/m pentru b, mm:		
	3	3,5	4		3	3,5	4
1	2	3	4	5	6	7	8
20	0,471	0,550	0,628	65	1,531	1,786	2,041
25	0,589	0,667	0,785	70	1,649	1,923	2,198

1	2	3	4	5	6	7	8
30	0,707	0,824	0,942	75	1,766	2,061	2,335
35	0,824	0,962	1,099	80	1,884	2,198	2,512
40	0,942	1,099	1,256	85	2,022	2,335	2,669
45	1,060	1,236	1,413	90	2,120	2,473	2,826
50	1,170	1,374	1,570	95	2,237	2,610	2,983
55	1,295	1,511	1,727	100	2,355	2,748	3,140
60	1,413	1,649	1,884	200	4,710	5,495	6,280

Notă. 1. Semnificația literelor de cotă în fig. 2.4.
2. Pentru instalații se folosește OL 37.

2.5.2.2. Profile din bandă de oțel formate la rece

Profil cornier cu aripi egale L $a \times a \times g$BC — STAS 7836/1-80

$a \times a \times g$, mm	kg/m	$a \times a \times g$, mm	kg/m	$a \times a \times g$, mm	kg/m
20×20×1,0	0,38	40×40×3,5	2,60	60×60×5,0	4,35
20×20×1,5	0,44	45×45×2,5	1,68	60×60×6,0	5,11
25×25×1,5	0,56	45×45×3,0	1,99	80×80×3,0	3,64
25×25×2,0	0,73	45×45×3,5	2,49	80×80×4,0	4,79
30×30×1,5	0,67	45×45×4,0	2,59	80×80×5,0	5,92
30×30×2,0	0,88	50×50×2,5	1,88	80×80×6,0	6,99
30×30×2,5	1,09	50×50×3,0	2,23	80×80×7,0	8,07
35×35×2,0	1,12	50×50×3,5	2,80	100×100×4,0	6,05
35×35×3,0	1,60	50×50×4,0	2,91	100×100×4,5	6,80
40×40×2,0	1,20	60×60×3,0	2,70	100×100×5,0	7,49
40×40×2,5	1,49	60×60×4,0	3,53	100×100×6,0	8,37
40×40×3,0	1,76	60×60×4,5	3,80	120×120×5,0	9,06

Profil cornier cu aripi neegale L $a \times b \times g$ BC — STAS 8250-80

$a \times b \times g$, mm	kg/m	$a \times b \times g$, mm	kg/m	$a \times b \times g$, mm	kg/m
22×20×1,5	0,46	50×25×2,0	1,43	80×40×3,0	3,44
30×25×2,5	0,99	50×40×3,0	1,99	80×50×4,0	3,85
40×20×2,0	0,88	60×40×3,0	2,84	80×60×5,0	6,55
40×25×2,0	0,96	60×50×4,0	4,10	100×50×4,0	5,70
40×30×3,0	1,94	70×50×3,0	3,44	100×60×3,0	3,64
45×25×1,0	0,68	70×50×4,0	4,50	100×60×4,0	4,79
45×30×3,0	2,09	70×50×5,0	5,55	100×60×5,0	5,92

Profil U cu aripi egale U $h \times b \times g$ BC — STAS 7385/1-80

$h \times b \times g$, mm	kg/m	$h \times b \times g$, mm	kg/m	$h \times b \times g$, mm	kg/m
20×20×1,5	0,64	70×70×3,0	4,69	140×60×3,0	5,87
25×25×1,5	0,82	80×25×3,0	2,81	140×70×3,0	6,34
25×50×2,5	1,84	80×30×3,0	3,04	140×80×3,0	6,81
30×15×1,5	0,64	80×40×3,0	3,51	140×100×4,0	10,21
30×20×1,5	0,76	80×45×4,0	4,87	160×25×2,5	4,11
35×15×2,0	0,80	80×60×4,0	5,81	160×40×3,0	5,10
35×20×1,5	0,82	80×70×4,0	6,44	160×60×3,0	6,34
40×20×2,0	1,14	80×80×4,0	7,07	160×80×3,0	7,28
40×25×2,0	1,29	100×25×2,0	2,24	180×50×3,0	6,34
40×32×2,0	1,52	100×40×2,0	2,71	180×60×3,0	6,81
40×40×2,0	1,77	100×45×3,0	4,15	180×80×4,0	10,21
40×50×3,0	3,04	100×50×3,0	5,68	180×100×4,0	11,46
40×60×3,0	3,51	100×60×4,0	6,80	200×25×3,0	5,63
50×25×2,0	1,45	100×70×6,0	10,21	200×40×4,0	8,32
50×32×2,0	1,67	100×80×4,0	7,70	200×50×3,0	8,68
50×40×2,5	2,38	100×100×4,0	8,95	200×60×3,0	9,28
50×50×3,0	3,28	120×30×3,0	3,99	200×70×4,0	10,21
60×20×2,0	1,45	120×40×3,0	4,47	200×80×4,0	13,80
60×35×2,0	1,61	120×45×3,0	4,69	200×100×4,0	15,40
60×30×2,0	1,77	120×50×3,0	4,93	200×120×5,0	16,56
60×40×2,5	2,58	120×60×3,0	5,40	240×65×5,0	13,81
60×50×3,0	3,51	120×80×3,0	6,34	240×90×5,0	15,77
60×60×3,0	3,99	120×100×4,0	9,58	260×40×4,0	10,21
70×40×2,5	2,77	120×120×4,0	10,84	300×50×4,0	13,80
70×50×3,0	3,75	140×40×3,0	4,93	320×45×5,0	15,38
70×60×3,0	4,22	140×50×3,0	5,40	320×50×5,0	16,30

Profil Z cu aripi egale STAS 8296-80

$h \times b \times g$, mm	kg/m
43×17×2,0	1,09
53×17×3,0	1,80
80×40×3,0	3,52
150×70×5,0	10,67

Profil Z cu aripi egale STAS 8609-80

$h \times B \times b \times g$, mm	kg/m
35×45×32×1,5	1,26
80×40×32×3,0	3,33
95×50×25×3,0	3,75
100×50×40×3,0	4,22
120×50×25×4,0	5,66

Profil cu aripi egale STAS 8367-80

$h \times b \times a \times g$, mm	kg/m
20×45×14×2	1,93
25×13,3×15×2	1,05
25×46,7×15×2	2,10
25×46,7×25×2	2,41
30×32×13,5×2	1,67
30×15×16,5×2	0,97
40×25×15×2	1,65
50×20×16×2	0,68
50×20×20×2	1,81
50×29×13×1	0,99
95×20×20×2	2,51
96×64×46×4	8,90
160×80×32×4	11,12

Profil T cu aripi STAS 8249-80

$b \times h \times g$, mm	kg/m
30×30×1,5	0,98
30×30×2,0	1,28
40×40×1,5	1,33
40×40×2,0	1,75
50×50×1,5	1,69
50×50×2,0	2,22

Notă. 1. Semnificația literelor de cotă este dată în fig. 2.4.

2. Material: oțel de uz general OL 32 STAS 500/2-80.

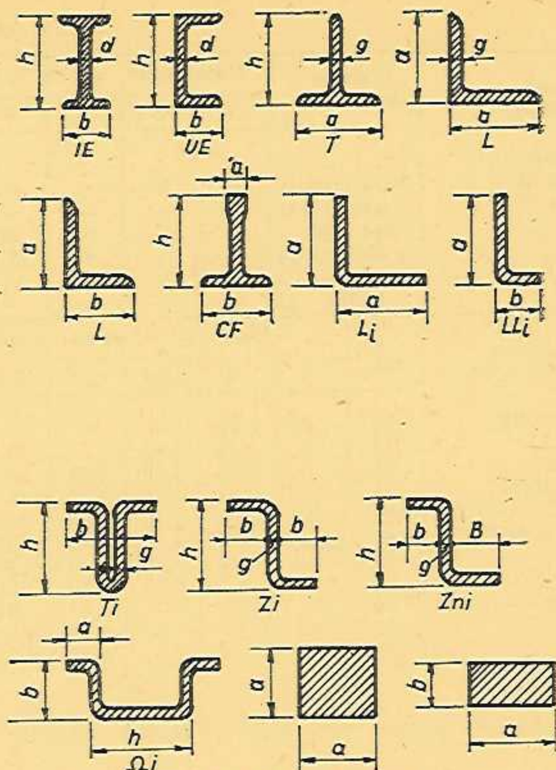


Fig. 2.4. Profile din oțel.

2.5.2.3. Table și împletituri din sîrmă de oțel

	Format a×b, mm	Masa, kg/foaie, pentru g, mm:				
		1	1,5	2	2,5	3
Tablă pentru construcții metalice *STAS 901-80* Material: oțel de uz general pentru construcții OL 32	510×1500	—	9,00	12,00	15,01	—
	510×2000	—	—	16,01	20,02	—
	600×2000	—	14,13	—	—	—
	750×1500	8,83	13,25	—	—	—
	800×2000	12,55	18,25	—	—	—
	1000×2000	15,70	23,55	31,40	39,25	47,10

Tablă striată *STAS 3840-80* Nervuri: tip *I* – în romb; tip *II* – ovale; b = 0,5÷1,2 mm. Material: OL 32	Format $a \times b$, mm	Masa, kg/m, pentru d, mm: 4	5	6	7	8
	700÷1250 I	34	42	–	–	–
	×6000, tip II	33	41	–	–	–
	700÷1500 I	–	–	50	59	–
	×6000, tip II	–	–	49	57	–
	700÷1500 I	–	–	–	–	67
	×12000 II	–	–	–	–	65

Plasă cu ochiuri pătrate STAS 2543-76 Material: sîrmă N – neagră, Z – zincată, FOS – fosfatată; lat 0,75–1–1,5–2–3m; lung 10÷25 m. l – latură ochi; d – ∅ sîrmă	l mm	Masa, kg/m², pentru d, mm: 1	2	2,24	2,5	2,8	3,15
	10	1,60	6,96	–	–	–	–
	15	–	4,11	5,23	–	–	–
	20	–	2,86	3,60	4,58	–	–
	25	–	2,19	2,76	3,49	–	–
	30	–	1,72	2,16	2,73	3,48	–
	40	–	1,20	1,50	1,88	2,40	3,08
	50	–	0,98	1,23	1,54	1,96	2,61
	60	–	–	0,88	1,10	1,39	1,79
	70	–	–	–	1,04	1,31	1,68
	80	–	–	–	0,73	0,93	1,17
	100	–	–	–	0,68	0,86	1,09

2.5.3. *Materiale pentru susținere la liniile electrice aeriene*

2.5.3.1. Stîlpi

Destinație Stîlpi de:		Tipuri de stîlpi din: Lemn	Beton armat				Metal
		LEA 1÷20 kV	normal centrifugat	precomprimat centrifugat	normal vibrat		LEA 110 kV
1		2	3		4		5
susți-nere:	normali	SLS	SC-LEA 1÷20	SCP LEA 1÷20 kV	SE LEA 1÷20 kV	SV LEA 1÷20 kV	Sn
	speciali	–					Ss
de întindere		SLAI	SCS LEA				In
de întindere și colț							
terminali (de		SLAC	35÷				ICn
capăt		SLAP	110 kV				ITn

1	2	3		4		5
de iluminat	SLI	SI	—	—	IL	—
de folosință comună	—	SF	SFP	—	—	—

Notă: La alegerea tipurilor de stîlpi, se vor avea în vedere dispozițiile limitative în vigoare la data respectivă privitoare la utilizarea rațională a lemnului și metalului precum și posibilitățile de livrare ale întreprinderilor producătoare (ICMP). Stîlpii de metal se utilizează cînd nu pot fi utilizați cei din beton.

2.5.3.2. Elemente de susținere

Secificația	Tipul	Utilizarea
1	2	3
Elemente de susținere pentru LEA pînă la 1 kV		
Suport drept (d) sau	SdN 87; 97	Pe stîlpi lemn, beton pe console
curb (c), pentru izolatoarele de susținere tip N	ScN 60÷97	Pe stîlpi, lemn, înșurubat
	SczN 60÷97	În zidărie, încastrat
	ScbN 60÷97	Pe stîlp beton, cu piuliță
	ScbrN 60÷97	Idem, cu brățară rotundă
	ScbdN 60÷97	Idem, cu brățară dreptunghiulară
	SaIN 60÷97	Pentru 2 izolatoare înșurubat,
	SabN 60÷97	Idem, cu piuliță
	SazN 60÷97	Idem, încastrat
Suport pentru izolatoare de tracțiune tip T și TD	T 65; 80	Pe stîlp lemn, direct
	UT 65÷115	Pe consolă verticală
	Terminal	Pe stîlp beton, cu șurub și piuliță
Suport suspendat	SsT 80 StT 80 ScT 80	Pentru izolatoare de tracțiune T 80
Suport suspendat	Ir 1	Pentru izolatoare rolă R 35
	Ir 2	Pentru izolatoare rolă Rc 35
Consolă verticală pentru suporți de tracțiune	V-1 V-2 V-3	Pentru 1, 2, 3 suporți tracțiune (T sau UT) la stîlp de lemn sau beton
Consolă orizontală pentru izolatoare	C2N C4N	Pentru 2—4 izolatoare tip N pe stîlpi de lemn, beton, metal.
	C2Ts C4Ts	Idem tip T, pe stîlpi de lemn, beton armat sau metal.

1	2	3
	C2Td C4Td C3Tc C5Tc	Idem tip TD, pe stîlpi de lemn, beton armat sau metal. Pentru 3—5 izolatoare tracțiune pe stîlpi beton vibrat de colț
Plăcuțe de oțel STAS 382-72	C, D-T, TD80 E, F-T, TD115	Pentru fixare izolatoare tracțiune pe console orizontale
Console pentru cutii terminale STAS 382-72	—	Pentru 1—2 cutii terminale
Brățară pentru fixarea consolelor orizontale STAS 382-72	L BC BP	Pentru 2 izolatoare N87-97, pe stîlp lemn (L) beton armat centrifugat (C), precomprimat (P).
	Bandă OL	Pentru console din profile.
Consolă orizontală tip brățară STAS 382-72	—	Pentru 2N87÷97 pe stîlp de beton sau metal
Vîrfar de susținere cu tracțiune simplă sau dublă, STAS 382-72	2	Pe stîlp de lemn sau beton, pentru conductor activ sau de protecție
Elemente de susținere pentru LEA peste 1 kV		
Consolă de întindere sau colț, de legătură simplă sau dublă:	superioară mijlocie inferioară	Pe stîlp de lemn. Execuție plan 211-61-252-257
Consolă de derivație coronament triunghi	—	Pe stîlp de lemn. Execuție plan 211-61-285
Consolă de întindere sau colț, coronament în triunghi, de legătură:	simplă dublă	Pe stîlp de lemn. Execuție plan E211-61-282; 283
Consolă de întindere pentru legătură:	simplă dublă	Pe stîlp de lemn terminal, cu separator (E20-61-284)
Coronament metalic: deformabil orizontal întindere consolă	CD.140-87 CMO CI-110 CDV-100	Pe stîlpi de beton, la LEA 6÷20 kV
Suport drept pentru izolatoare	S35A S35B1, B1a, B2	Pentru izolatoare A, pe stîlpi de beton armat
Idem, izolatoare Is-Ns	SA10; 20 SB10; 20	La LEA de distribuție de 10÷20 kV
Piesă distanțare	Tip 1 (110 kV)	La lanțurile duble de izolatoare, la colțuri
Capă pentru izolatoare de suspensie	C16; 20	Armarea și prinderea în lanț a izolatoarelor Ic 170/280, 190/280

1	2	3
Vîrfare metalice	SUPL25; 35 SOPL25; 35 ICPL25; 35	Fixarea conductoarelor de protecție pe stîlpi de lemn
	SSAL25; 35 SDAL25; 35 IAL 25; 35	Fixarea conductoarelor active pe stîlpi de lemn
	SSAB150; 180; 240 SDAB150; 180; 240	Fixarea conductoarelor active pe stîlpi de beton
Tijă cu 2 rotule, pentru armături de suspensie, STAS 677-75	T2r16; 20 T2rS16; 20	La prinderea: între ele a izolatoarelor cu 2 cape; de izolatoare, a clemelor de susținere sau nucilor cu ochi.
Ochiuri pentru armături de suspensie. STAS 677-75	OSs16; 20 OSd16; 20 OSob12, 16, 20 OSdr16, 20 OSr16, 20	La prinderea lanțurilor de izolatoare. Mărimile 12, 16, 20 corespund tijelor T12, 16, 20
Juguri de suspensie simple (s) sau duble	Js150-12 Js200-8; 12 Js250−8÷16 Js400−8÷16 Js500-8÷20 Jd250/150-24 Jd400/150-24 Jd400/200-12; 24 Jd500/200-12; 24 Jd500/400-12÷32	La lanțurile de izolatoare de întindere sau suspensie
Agrafe pentru armături de suspensie	V11, 16A, 16B V20; 24 W11÷24	Zăvorîrea rotulei în locașul ei la armăturile de suspensie ale lanțurilor de izolatoare
Cîrlig pentru suspensie	A 2-60 B 6,5	La suspendarea lanțurilor de izolatoare
Nucă scurtă, NI 88-71	NSD-3,5L	(Normă CIEET)
Nucă cu ochi pentru armături de suspensie	NOd16; 20 NOr16; 20	La prinderea lanțului de izolatoare de clemele de susținere sau întindere, pentru tije T16; 20, T2r, T2rs16; 20
Amortizoare de vibrații	AV1÷5	Micșorarea vibrațiilor conductoarelor OL70÷95, OL-Al 95/15÷450/97

1	2	3
Tijă cu rotulă	T11, 16, 20, 24	Prinderea între ele a izolatoarelor de suspensie sau a armăturilor de suspensie de la capătul lanțului.

2.6. Accesorii pentru executarea conexiunilor

2.6.1. *Papuci pentru conductoare*

2.6.1.1. Papuci ștanțați pentru conductoare de cupru și aluminiu

Mărimea $d_2 \times d_1$, mm	d_3 mm	s_{cM} mm²	Pentru Cu, mm			Pentru Al, mm		
			l	a	g	l	a	g
1	2	3	4	5	6	7	8	9
4×2,3	10	4	13,0	5,0	0,6	—	—	—
5×2,3	12	4	14,5	5,0	0,6	—	—	—
4×3,1	10	6	14,5	6,0	0,8	—	—	—
5×3,1	12	6	16,0	6,0	0,8	—	—	—
6×3,1	14	6	17,0	6,0	0,8	—	—	—
10×3,1	21	6	21,0	6,0	0,8	—	—	—
15×4,3	12	10	18,0	8,0	1,0	—	—	—
6×4,3	14	10	19,0	8,0	1,0	—	—	—
10×4,3	21	10	24,0	8,0	1,0	—	—	—
5×5,4	12	16	19,0	10,0	1,2	—	—	—
6×5,4	14	16	21,0	10,0	1,2	—	—	—
10×5,4	21	16	27,0	10,0	1,2	—	—	—
6×6,8	14	25	24,0	10,0	1,0	40	25	1,2
8×6,8	18	25	27,0	10,0	1,5	—	—	—
10×6,8	22	25	27,0	10,0	1,5	—	—	—
6×8,2	14	35	29,0	11,5	1,8	29	25	1,0
8×8,2	18	35	29,0	11,5	1,8	—	—	—
10×8,2	22	35	29,0	11,5	1,8	45	25	1,5
8×9,5	18	50	32,0	13,5	2,0	—	—	—
10×9,5	22	50	32,0	13,5	2,0	45	25	1,8
16×9,5	30	50	38,0	13,5	2,0	55	25	1,8
8×11,2	18	70	35,5	16,0	2,5	—	—	—
10×11,2	22	70	35,0	16,0	2,5	50	30	2,0
16×11,2	30	70	44,0	16,0	2,5	60	30	2,0
10×13,5	22	95	38,0	19,0	3,0	50	30	2,5
12×13,5	25	95	41,0	19,0	3,0	—	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9
10×15,0	22	120	44,0	24,0	3,5	—	—	—
12×15,0	25	120	47,0	24,0	3,5	55	30	2,8
10×16,5	22	150	44,0	29,0	4,0	—	—	—
12×16,5	25	150	53,0	29,0	4,0	65	40	3,5
10×18,5	22	185	47,5	29,0	4,0	—	—	—
12×18,5	25	185	53,0	29,0	4,0	65	40	3,4
16×18,5	32	185	56,0	29,0	4,0	70	40	3,8
12×21,0	25	240	59,0	34,0	4,5	65	40	4,0
16×21,0	32	240	62,0	34,0	4,5	70	40	4,0

Notă. 1. Semnificația simbolurilor din capul tabelului: d_1 — diametrul interior al mașonului în care se introduce conductorul: d_2' — diametrul aproximativ al găurii pentru bornă; s_{cM} — secțiunea maximă a conductorului; d_3 — diametrul exterior al capului papucului; l — lungimea pînă la centrul găurii; a — lungimea manșonului; g — grosimea papucului.

2. Pentru protecția contra coroziunii electrochimice, la locul de contact dintre manșon și conductorul de aluminiu, manșonul va fi etanșat cu bandă lăcuită și lac de bachelită sau benzi adezive din PVC.

3. Exemplu de notare: *Papuc 16 × 9,5 STAS 243-80.*

2.6.1.2. Papuci presați sau turnați pentru conductoare multifilare din cupru

Mărimea s_c, mm² — $d \times d_1$, mm	Cote de gabarit, mm					
	D	D_1	a	l	S	c
1	2	3	4	5	6	7
25—7×8,4; 10,5	15	19	22	38	5	20
25—8×8,4; 10,5	15	19	22	38	5	20
35—8,5×8,4; 10,5	17	22	24	42	6	23
35—10×8,4; 10,5	17	22	24	42	6	23
50—10×10,5	19	26	26	45	7	25
50—12×17	19	26	26	45	7	25
70—12×10,5	22	26	28	50	8	28
70—13,5×17	22	26	28	50	8	28
95— 3,5×13,5; 17	24	30	30	55	9	32
95—16,5×13,5; 17	24	30	30	55	9	32
120—15×13,5; 17	28	34	34	62	11	37
120—19×13,5; 17	28	34	34	62	11	37
150—15×13,5; 17	28	34	34	62	11	37
150—19×13,5; 17	28	34	34	62	11	37

1	2	3	4	5	6	7
185 – 19 × 17; 23	30	38	38	70	14	42
240 – 22 × 17; 23	30	38	38	70	14	42
300 – 24 × 17; 23	36	45	42	80	16	48

Notă. 1. Simbolizarea din capul tabelului: s_c, d, l, a, d_1 – v. § 2.6.1.1; D – diametrul exterior al capului papucului; D_1 – idem, al manşonului; S – grosimea papucului; c – distanţa dintre axa manşonului şi axa papucului cotit.

2.6.2. *Cleme de legătură şi racordare*

Codul Simbolul	I_n, A	Tipul mm²	s_c, mm² – mm × mm		Gabarit $a \times b \times c$, mm
			unifilar	multifilar	
1	2	3	4	5	6
			Cleme de legătură şi de racordare – IAEI – Titu		
509	16,0	2,5/4	1÷4	1÷2,5	6,5×35×43
535	16,0	2,5/4	1÷4	1÷2,5	6,5×35×32,5
510	31,5	6	2,5÷6	2,5÷4	9×40×49,5
511	63,0	16	4÷16	10÷16	12×48×52
512	100,0	35	10÷35	10÷35	20,5×60×63
505	160,0	50	16÷50	16÷50	34×84×38
525	200,0	70	25×5	50÷70	115×100×65,5
526	250,0	95	30×5	70÷95	170×110×72,5
527	315,0	120	30×5	95÷120	170×110×72,5
521	10,0	12 poli	0,75÷1	0,75÷1	—
523	16,0	12 poli	4	4	—
544	16,0	Racordare cu papuci			54×55,5×9
			Cleme de şir pentru circuite – ICMA		
S_0	10,0	—	1÷2,5	1÷2,5	7×48×39
S_1	25,0	—	2,5÷10	2,5÷10	10×60×50
S_2	100,0	—	10÷35	10÷35	18×72×71
			Cleme de şir pentru bare – ICMA		
B_0	200,0	—	25×5	120	38×110×98
B_1	400,0	—	30×5	2×150	44×125×98
B_2	630,0	—	30×10	2×240	52×140×98

1	2	3	4	5	6
		Cleme de şir — TIAB			
S0	10,0	—	2,5	2,5	—
S1	25,0	—	10,0	10,0	—
S2	100,0	—	25,0	25,0	—
S3	630,0	—	240,0	240,0	55×135×76

Notă. Compunere: corp izolant termorezistent, căi de curent din alamă (521; 523 — borne din alamă şi şuruburi pentru fixarea legăturilor), etichetă de marcaj (nu la 544), bară de montaj (nu la 521; 523; 544), piese de fixare. Caracteristici generale: U_n =500 V; grad de protecţie IP00 sau IP10.

2.6.3. *Cleme de legătură pentru linii şi staţii electrice*

	Specificaţia		Simbolul	Condiţii de utilizare (s_c, mm² — alte precizări)
	1		2	3
	Cleme pentru linii electrice aeriene şi staţii			
Legătură electrică	Cleme universale pentru legături de derivaţie (la LEA ⩽ 1 kV)		U1	6÷25 Cu
			U2	6÷95 Cu
			UA	16÷95 Al cu s_c egale
			UB	16÷95 Al cu s_c diferite
	Cleme de legătură electrică cu plăci de contact (la LEA > 1 kV)		LEPC1	16 Cu, Al, OL, OL-Al-s_c egale
			LEPC2	25÷300 Cu, 25÷240 OL-Al, idem
			LEPC3	300÷450 OL-Al, s_c egale
			CLE Al	450÷973 OL-Al, s_c egale
Legătură mecanică	Cleme de tracţiune pentru prinderea conductoarelor (la LEA 1 kV)	active	TP	35÷95 OL-Al, stîlpi speciali
		active şi de protecţie	TLC2	35÷95 OL-Al, stîlpi speciali
			TLC3	185÷240 OL-Al, idem
		de protecţie	CTPF	35÷120 OL, OL-Al, idem
			TP1	35÷95 OL, cu respectiv fără izolatoare, stîlpi speciali s_c nealimentată, idem
			TP2	
			TP3	
			CTP1	Conductoare OL-AlS, idem
			CTP2	Derivaţii OL-AlS, idem
			CTP3	Derivaţii OL-AlS la 90°, idem

	1		2	3
Legătură mecanică	Cleme de susținere (la LEA 1 kV)	oscilante	SOT SOL	Conductoare active și de protecție
			SOLD	Conductoare active OL-Al
		cu tracțiune	STIL	Conductoare active OL-Al, alunecare limitată
			CSEP	50÷95 OL, 95÷160 OL-Al, conductoare de protecție
		de alunecare	CA	Pe izolatoare nestrăpungibile
		de distanțare	—	Conductoare active pe fază
Legătură electrică și mecanică	Clemă de înnădire cu crestături (la LEA > 1 kV)		C-Cu	10÷120 Cu
			C-Al	16÷240 Al
			C-OL	16÷150 OL
			C-OL-Al	25÷240 OL-Al
	Idem cu presare		IP	60÷670 OL-Al active LEA > 1 kV
	Clemă blocare		CB	Legături duble LEA-MT
	Clemă cu gheară		A	Înnădire și derivație, Cu
			B	Idem Al, OL-Al
			C	Idem OL
			Cleme pentru linii electrice subterane	
Legătură electrică	Cleme de legătură în prelungire pentru LES:	35 kV	CLPN	10÷100 Cu, Al prin lipire
			CLPL	25÷500 Cu, Al prin lipire
			CLPR	16/10÷500/400 Cu, Al, idem
		10 kV	NS	16÷300 Al, prin presare
	Cleme de derivație (LES ≤ 1 kV)		CLD	10÷240 Cu, Al în manșoane
			CTD	Cu, Al cu papuci la conductoarele principale netăiate
	Cleme de branșamente	derivație	CD-Br	La abonați cu U_n = 500 V
		de nul	CN 3	Legătura dintre nulul alimentării și branșamentului
		de nul	CN 9	
			Cleme pentru stațiile de transformare exterioare	
Legătură electrică	Cleme de derivație aeriană		CDA2Al	50÷240 Al, 50÷185 OL-A
			CDA3Al	300 Al, 240÷450 OL-Al
			CDAS1Al	670 Al, OL-Al
			CDRSIVAl	

	1	2	3
Legătură electrică	Cleme legătură (L) sau derivație (D) a conductoarelor la borne plate (P) sau rotunde (R) din aluminiu (Al) sau bronz (Bz)	CDRSIVAl	1Al⌀80÷60+20L-Al450÷680
		CLP2Al	50÷240 Al, 50÷185 OL-Al
		CLP3Al	300 Al, 240÷680 OL-Al
		CLR2Al	50÷240 Al, 50÷185 OL-Al
		CLR3Al	300 Al, 240÷450 OL-Al
		CLR2BzAl	50÷240 Al, 50÷185 OL-Al
		CLR3BzAl	300 Al, 240÷450 OL-Al
		CLR2Al	50÷Al, 50÷185 OL-Al
		CLR3Al	300 Al, 240÷450 OL-Al
		CLR2BzAl	300 Al, 240÷450 OL-Al
		CLR3BzAl	50÷240 Al, 50÷185 OL-Al
		CLRSIAl	450÷680 OL-Al, 1 conductor
		CLRSIIAl	450÷680 OLL-Al, 2 conductoare
		CLRSIIIAl	Țeavă Al ⌀ 80÷60
		CDRSIIAl	Țeavă Al ⌀ 80
		CDRSIIIAl	Țeavă Al ⌀ 50÷80 +2OL-Al
Legătură mecanică	Elemente cu role	CSEM	Susținere bare OL-Al 450÷973
	Clemă suport	CSIC	Idem 450÷670
	Clemă susținere	CSIIt	Susținere bare Al pe izolatoare
	Piesă întoarcere	PI	Idem + întoarcere la 90°

3. APARATE ELECTRICE DE COMUTAȚIE ȘI PROTECȚIE

3.1. Categoriile de utilizare

Categoriile de utilizare sînt definite prin valorile limită ale curenților și tensiunilor (curent, tensiune de închidere și deschidere/curent, tensiune nominale de utilizare) însoțite de valorile corespunzătoare ale factorului de putere (în c.a.) sau constantei de timp (în c.c.). Precizări, conform tabelului:

Categoria		Domeniul de utilizare a aparatelor categoriei respective
c.a.	c.c.	
AC-1	DC-1	Sarcini neinductive sau slab inductive (exemplu, cuptoare cu rezistență).
AC-2	—	Motoare cu inele: pornire, inversare sens.
—	DC-2	Motoare derivație: pornire, întrerupere motor lansat.
AC-3	—	Motoare cu rotor în scurtcircuit: pornire, întrerupere motor lansat.
—	DC-3	Motor derivație: mers cu șocuri, inversare sens.
AC-4	—	Motor cu rotor în scurtcircuit: pornire, mers cu șocuri, inversare de sens.
AC-11	DC-11	Circuite de comandă cu electromagneți de acționare
AC-20	DC-20	Închidere și deschidere fără curent.
AC-21	DC-21	Sarcini rezistive inclusiv suprasarcini moderate.
AC-22	DC-22	Sarcini inductive și rezistive (mixte) inclusiv suprasarcini moderate.
AC-23	DC-23	Sarcini foarte inductive (exemplu, motoare asincrone respectiv motoare serie).

3.2. Aparate de comutație acționate manual

3.2.1. *Separatoare*

Denumirea și simbolul aparatelor	I_n A	I_{1t}/I_d kA/kA	I_R kA	Gabaritul, mm Acționarea
1	2	3	4	5
Separatoare de JT — ELECTROCONTACT — Botoșani				
Separator tripolar de sarcină cu cuțite sau cu siguranțe MPR 00—100÷630 A — 660 V	100 250 400 630	— — — —	— — — —	223 126×160 304×184×246 318×181×253 374×200×310
Separatoare de MT și IT — ELECTROPUTERE — Craiova				
Separatoare de interior, tip SMIm, STIm, STIPm, STIPIm — 12, 24, 42 kV	400 630 800	16/40 16/40 16/40	— — —	Acționare prin AMI sau DPI
Separatoare de interior tip SMIn, STIn, STIPn, STIPIn — 3, 6, 12, 24, 42 kV (p.p. — punere la pămînt)	1250 2000 3150 4000 5000 6300	50/125 70/175 70/175 80/200 120/300 120/300	— — — — — —	Acționare: AMI 11 13, 14; ASI;AP 3 (cuțite principale) + AP 2 (cuțite p.p.)
Separator tripolar de interior cu siguranțe fuzibile incluse, tip STIF 12 kV — FIM 7,2 kV — 100÷250 A cu fuzibil:	100 125 160 200 250	— — — — —	31,5* 31,5 31,5 31,5 31,5	* Rupt de siguranță. Acționare: AMI 13.14.15
Separator rotativ 12 kV de sarcină STIRS — 24 kV	400 200	15/38 10/25	20,0 10,0	Dispozitiv cu resort
Separator de exterior tip SME, SMEP, STE, STEP — 72,5; 145 kV	1250 2000	315/80 315/80	— —	Acționare: AME, ASE, AP

Simbolizare: S — separator; M — monofazat; T — trifazat; I — de interior; E — de exterior; P — cu cuțite de punere la pămînt: PI — idem, inversare; m — modernizate; n — nou; F — siguranțe fuzibile incluse; FIM — siguranțe fuzibile de interior pentru protecția motoarelor; R — rotativ; S (la urmă) — de sarcină; AMI, AME — dispozitiv de acționare manuală de interior, exterior; DPI — dispozitiv de acționare pneumatică de interior; ASI, ASE — dispozitiv de acționare electromagnetică de interior, exterior; AP — dispozitiv de acționarea cuțitelor de punere la pămînt.

3.2.2. *Întreruptoare de sarcină de JT*

Codul Tipul	I_n A	U_s, U_n, V c.a./c.c.	I_R, kA	Protecția	Gabaritul maxim, mm
1	2	3	4	5	6
			Întreruptoare cu pîrghie		
1301	25	380/440	10/25	IP20	110×84×130
1302	63	380/440	40	IP20	155×110×80
1303	100	380/440	63	IP20	175×119×86
1342	200	380/440	40÷200	IP00	230×438×180
1345	400	380/440	100÷400	IP00	230×438×180
1351	630	380/440	200÷630	IP00	1400×260×450
1355	1000	500	200÷1000	IP00	1400×260×450
			Întreruptoare automate fără relee		
AMRO	100	660/220	800	—	105×166×140
USOL	250	660/220	1500	—	140×225×175
USOL	500	660/220	3000	—	192×289×207
USOL	1000	660/220	6000	—	225×370×223

Notă. 1. Întreruptoarele cu pîrghie: producător ELECTROCONTACT Botoșani; I_R — curent de rupere, scara: 10, 25, 40, 63, 100, 200, 400 630, 1 000 A.

2. Întreruptoarele fără relee: producător ELECTROAPARATAJ — București; pot fi pentru montaj F — fix sau D — debroșabil, ambele cu CA — contacte auxiliare.

3.2.3. *Comutatoare cu came*

Specificația		C16	C25	C40	C63	C100	C200
1		2	3	4	5	6	7
		Simbolizare cerută de producător					
Codul pentru variantele:							
— de bază, nemontat		9785	9786	9787	9788	9789	9790
— acționat din fața ușii		9811	9812	9813	9814	—	—
— capsulat în bachelită		9821	9822	9823	9824	—	—
— capsulat în siluminiu		9831	9832	9833	9834	—	—
— idem, cu revenire		9831R	9832R	9833R	9834R	—	—
— cu blocare mecanică:	cu yală cu	9841	9842	9843	9844	2945	2946
	3 lăcate	2925	2926	—	—	—	—
	idem + bl. ușă	2925A	2926A	2317	2318	—	—

1	2	3	4	5	6	7
— cu acționare în tandem	9851	9852	9853	9854	—	—
— cu revenire 72; 52	9683	—	—	—	—	—
— cu revenire 41	9772	—	—	—	—	—
— cu revenire 32	9861	9862	—	—	—	—
— cu revenire 31	9871	9872	—	—	—	—
— cu revenire 21	9881	9881	—	—	—	—
Unghi de sacadare	2÷4	2÷4	3; 4	3; 4	3	3
Protecție climatică	1÷5	1÷5	1÷5	1÷5	2	2
Schema electrică:						
— nr. etaje, la variantele:						
• de bază, nemontat	01÷12	01÷12	01÷08	01÷08	01÷06	01÷03
• acționat din fața ușii	01÷10	01÷10	01÷03	01÷03	—	—
• capsulat	01÷05	01÷04	01÷04	01÷04	—	—
• capsulat cu revenire	01÷02	01÷02	01÷02	01÷02	—	—
• cu acționare în tandem	06÷10	05÷09	05÷06	04÷06	—	—
• cu revenire	01÷08	01÷08	—	—	—	—
— nr. poziții cheie	02÷08	02÷08	02÷06	02÷06	02	02
— nr. schemă conectare	01÷99 — din catalogul produsului					
Caracteristici tehnice						
Curent nominal, A	16	25	32	63	100	200
Categoria de utilizare:						
— AC-3-P_n motor acționat: 380 V, kW	5,5	7,5	15	22	—	—
220 V, kW,	2,2	—	—	—	—	—
— AC-11 la 380/220 V, A	6/2,5	—	—	—	—	—
— DC-3 la 220 V c.c. cu 6 contacte serie, A/con	$\frac{6,3}{10^5}$	$\frac{10}{10^5}$	$\frac{16}{10^5}$	$\frac{25}{10^5}$	—	—
— DC-11 la 24 V c.c., A	16 (cu 4 contacte serie)				—	—
Gabarit variantă de bază:						
— latura capacului *a*, mm	55	66	90	110	110	110
— diametrul pachetului, mm	56	56	80	100	100	100
— lungimea pachetului L_1:						
• cu un etaj, mm	55	65	80	78	95	125
• cu nr. maxim de etaje, mm	200	290	233	195	188	177

Notă. 1. Simbolizare: unghi sacadare, *1* — 30°, *2* — 45°, *3* — 60° *4* — 90°, *5* — 120°; protecție climatică, *1* — N pentru export, *2* — N *3* — T2, *4* — T3, *5* — naval (pentru *N*, *T2*, *T3* — v. §1.4.3); *72*, *52*, *41* *32*, *31*, *21*: — *prima cifră* — nr. poziții, *a doua cifră* — din cîte poziți se revine.

2. Gradul de protecție pentru variantele: nemontat — IP00, capsulat — IP54, restul IP42. Un etaj are 2 contacte cu dublă rupere de tipurile menționate în fig. 3.1 în care se dă și un exemplu de schemă. Producător ELECTROCONTACT — Botoșani.

3. Exemplu de simbolizare: *9872-32-02-31.01* — comutator cu came C25 cu unghi de sacadare de 60°, execuție climatică N, cu două etaje, cu trei poziții cu revenire dintr-una, schema de conectare 01.

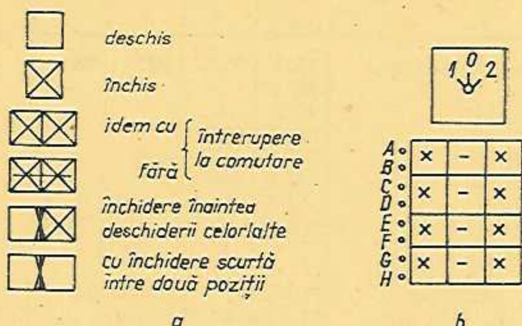


Fig. 3.1. Comutatoare cu came:
a — semne convenționale pentru elemente de contact; *b* — exemplu pentru comutatorul C16, cod *9S11 32.02.03.03.*

3.2.4. *Întreruptoare pachet de utilizare generală*

Tipul	Codul	M, kg	Protecția	Gabaritul, mm
P.2-25	0520	0,30	IP00	95×82×102
P.2-25	1030	1,50	IP56	200×126×86
P.2-25	1115	1,50	IP56	165×126×86
P.2-63	0540	0,72	IP00	117×111×141
P.2-63	1050	3,00	IP56	230×170×221
P.2-63	1125	3,00	IP56	195×165×167
P.3-10	0513	0,14	Cu capac	⌀82×80
P.3-25	0530	0,35	IP00	95×82×112
P.3-25	1040	1,60	IP56	200×126×86
P.3-25	1110	1,60	IP56	155×126×128
P.3-63	0550	0,85	IP00	117×111×115
P.3-63	1060	3,20	IP56	230×170×167
P.3-63	1120	3,20	IP56	195×165×167

Notă. Caracteristici generale: $U_n = 380$ V c.a., 220 V c.c.; $I_t = 8I_n$; $I_R = 6I_n - 10$ A; $1{,}5I_n - 25$; 63 A.

Simbolizare: P — întreruptor pachet; *prima cifră* — nr. de poli; *ultimele două cifre* — curent nominal, A.

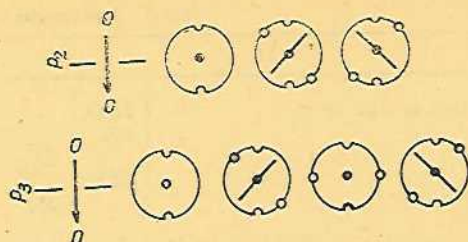


Fig. 3.2. Întreruptoare pachet.

3.2.5. *Aparate de conectare pentru instalații de iluminat și de prize aferente*

Denumirea aparatelor	Codul aparatelor						
1	2						
Aparate montaj fix	STv	PTv	STm	STm	FS	1S	2S
Întreruptor monopolar	001	017	011	062	070	071	072
Întreruptor bipolar	002	019	—	—	073	074	075
Întreruptor dublu	003	018	015	063	067	068	069
Intr. dublu-punte	004	020	016	094	076	077	078
Comutator cruce	005	024	—	—	082	083	084
Comutator scară	006	026	014	066	079	080	081
Buton de sonerie	007	023	013	065	085	086	087
Buton de lumină	008	022	012	064	088	089	090
Variator de lumină	—	—	919A	—	—	—	—
Idem, cu priză	—	948	—	—	—	—	—
Automat de scară	—	950	—	—	—	—	—
Priză bipolară	152	153	207	159	—	—	—
Priză bipolară + PA	171	—	—	171A	—	—	—
Priză bipolară dublă	158	—	210	—	—	—	—
Priză bipolară + CP	160	155	211	—	163	164	165
Priză pentru mașină ras	—	—	212	212A	—	—	—
Priză de telefon	—	—	—	222	—	—	—
Complet de aparate: 001+004	142	—	—	—	—	—	—
Complet de aparate: idem+160	143	—	—	—	—	—	—
Prize mobile, cuple și fișe						−CP	+CP
Priză triplă mobilă cu cordon						203A	203
Priză bipolară rotundă cu cordon și fișă 10 A						206	—

1	2	
Priză triplă bipolară cu cordon și fișă 10 A	206A	–
Priză tip ruletă 6 A	278	–
Cuplă cu cordon 3 × 1 mm²	–	151
Fișă bipolară dreaptă 6 A	255A	255
Fișă bipolară dreaptă 16/10 A c.c./c.c.	–	252

Notă. 1. Caracteristici generale: U_n = 250/220 V c.a./c.c.; I_n – 10 A – întreruptoare, 16/10 A – prize, 1/0,2 A – buton sonerie, 10/2 A – buton lumină; rezistența la uzură electrică, manevre: 5 000 – întreruptoare și buton lumină, 6 000 – prize, 10 000 – buton sonerie; materiale: soclu – bachelită, capac – masă plastică, contacte – alamă (cu nituri de argint la întreruptoare); automatul de scară: P_n/I_n = 8 W/2 A; t_a = 60 ÷ 180 s (reglabil).

2. Abrevieri: ST, PT (m) – sub, pe tencuială (modernizat); FS, 1S, 2S – fără cu 1, cu 2 ștuțuri; +CP, –CP – cu, fără contact de protecție; +PA – protecție contra atingerii.

3.2.6. *Prize și fișe industriale*

Aparate	Codul	U_n, V	I_n, A	IP	R_{ue}/f_c	Carcasă	Gabaritul, mm
PF–3+2	706	380	16	IP44	–/15	B	102×60×109
PF–3+2	707	380	32	IP44	–/15	B	110×71×270
PF–3+2	708	380	63	IP44	–/15	T, Sil	207×470×170
PF–10	9188A	380	16	IP32	–	B	168×152×80
PF–18	0960	380	6	IP44	500/–	Sil	150×60×70+
PF–18+1	0962	380	6	IP50	500/–	Sil	+153×66×70
PF–3	1560+	36			2000		156×78×90+
	1575	c.c.	25	IP32	30	Sil	+140×⌀62
PF–3+1	1625+	380	16	IP32	5000		68×68×85+
	1626	380	16	IP32	120	Sil	+120×⌀56
PI–3	0920+				5000		137×137×108
	0930	250	10/4	IP43	120	Sil	+140×⌀60
PI–3+1	0921+				5000		137×137×108
	0931	250	10/4	IP43	120	Bz	+140×⌀60
C–3+2	715	380	16	IP44	–/15	B	194×80
C–3+2	716	380	32	IP44	–/15	B	110×71×270

Notă. 1. Producție ELECTROCONTACT – Botoșani.

2. Abrevieri: PF – priză cu fișă; PI – priză cu întreruptor pachet; C – cuplă; 3, 10, 18 – nr. de contacte active; +1 – contact de protecție; +2 – contact de nul de protecție + contact de legare la pămînt;

3. Simbolizarea din capul tabelului neevidentă: R_{ue}/f_c – rezistența la uzură electrică, manevre/frecvența de conectare, con/h, B – bachelită; T – tablă de oțel; Sil – siluminiu; Bz – bronz.

3.3. Aparate de conectare electromagnetice

3.3.1. *Contactoare și ruptoare de curent continuu de utilizare generală*

Tipul	Codul	U_n, V	I_n, A	Nr. poli	CA	Gabaritul, mm
BC	3531	220	60	2	—	191×240×180
RMC	3600	220	80	1	1+2	160×325×200
RMC	3620	220	150	1	1+1	116×400×216

Notă. În capul tabelului: CA — contacte auxiliare nd + ni.

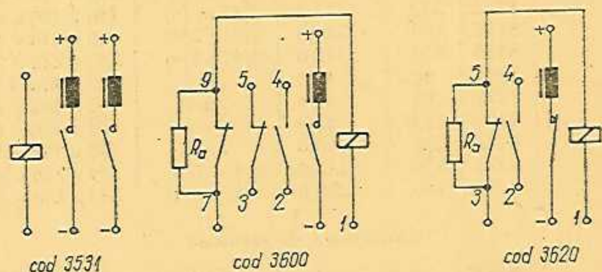


Fig. 3.3. Contactoare și ruptoare de curent continuu.

3.3.2. *Contactoare de curent alternativ*

Tipul	Codul	I_n, A	P_{nM}, kW	CA	Gabaritul, mm
1	2	3	4	5	6
			Contactoare de forță		
TCA	4000	6	2,2	1+0	47×72×79
TCA	4001	6	2,2	2+2	47×72×98
TCA	4003	10	5,5	1+0	47×72×79
TCA	4005	10	5,5	2+2	47×72×98
TCA	4010	32	11,0	2+2	83×96×119
TCAC	4007	10	5,5	0+1	47×72×93
TCAC	4008	10	5,5	2+2	47×72×111
TCAC	4011	32	11,0	2+2	83×96×142
AR	8100	6	2,2	1+0	48×50×75
AR	8101	6	2,2	2; 3+2	48×50×90

1	2	3	4	5	6
AR	8104	10	5,5	2+2	48×50×90
AR	8105	10	5,5	1+0	48×50×75
AR	8106	10	5,5	2; 3+2	48×50×90
AR	8107	16	7,5	2; 3+2	50×55×100
AR	8108	25	11,0	2; 3+2	80×60×100
AR	7700	10	—	1+0	48×50×75
AR	7701	16	—	2+2	55×55×100
AR	7702	25	—	2+2	55×55×100
AR	8109	40	18,5	0÷4+4÷0	75×75×115
AR	8110	63	30,0	0÷4+4÷0	80×80×120
AR	8111	100	45,0	0÷4+4÷0	105×105×160
AR	8112	160	90,0	0÷4+4÷0	140×140×175
AR	8113	250	132,0	2(4)+2(4)	150×190×200
AR	8114	400	220,0	2(4)+2(4)	190×215×240
AR	8116	630	315,0	2(4)+2(4)	245×280×330
RG	8169	40	18,5	2+2	83×96×119
RG	8170	63	30,0	2+2	103×102×116
RG	8171	125	55,0	2+2	156×170×195
RG	8172	200	110,0	2+2	190×198×210
RG	8173	250	132,0	2(4)+2(4)	214×239×261
RG	8174	400	220,0	2(4)+2(4)	245×260×310
			Contactoare de comandă		
A8	8102	6	—	8÷4+0÷4	48×50×90
D8	8103	6	—	4÷2+2÷4	48×50×90
CC	4003	6	—	8÷4+0÷4	47×72×98
CC	4004	6	—	8÷4+0÷4	47×72×111

Notă. 1. Tipurile AR—8109÷8116 și RG se produc de ELECTRO-APARATAJ — București; restul, de I. Contactoare — Buzău.

2. În capul tabelului: P_{nM} — puterea motorului acționat la 380 V în regim AC3; CA — v. § 3.3.1.

3. Pentru contactoarele TCA: $U_n = 500$ V c.a.; $U_b = 24$, 48, 110, 220, 380, 500 V c.a.; rezistență la uzură electrică — 10^6 conectări; frecvența de conectare — 600 con/h; DA = 100%; grad protecție — IP00 (U_b — tensiunea de comandă).

4. Pentru contactoarele TCAC: $U_b = 24$, 48, 60, 110, 220 V c.c.; rest — ca TCA.

5. Pentru contactoarele AR și RG: U_b ca TCA și TCAC; rest — ca TCA. La cerere se pot livra cu:

— DCC — dispozitiv de acționare în c.c. — codurile 8100÷8111;

— IB — dispozitiv de interblocaj mecanic pentru două contactoare identice, cod 8100÷8144, 8171÷8174;

— DZM — dispozitiv de zăvorîre mecanică în poziția închis la contactoarele cod 8100÷8109;

— R10 — regletă pentru conectarea simultană a patru circuite la contactoarele cod 8100÷8106.

6. Contactoarele de comandă: U_b la A8, D8 — ca la TCA, la CC — ca la TCAC; categoria de utilizare — AC11 și DC11; D8—2+4 are și 2ndia (normal deschis cu închidere avansată) iar D8—4+2 are și 2 nidi (normal închis cu deschidere întîrziată); în rest — ca TCA.

3.4. Aparate de protecție contra supracurenților

3.4.1. *Siguranțe fuzibile de joasă tensiune*

Denumirea		Specificația		
1		2		
		Siguranțe cu filet 660/220 V c.a./c.c.		
Mărimea/I_n, A		DII/25	DIII/63	DIV/100
Soclu cu legături:	LS	2003	2010	2020
	LF	2031	2041	—
	LFi	2061	2071	2080
Patron: cod/I_{nf}, A		2240/2÷25	2070/35÷63	2290/80÷100
Elemente contact		*ș+b*	*ș+b+i*	*ș+b+i*
Capac: cod/filet		2004/E27	2005/E33	2006/G1.1/4
Gabarit ansamblu, mm	LS	53×53×144	63×63×148	84×84×183
	LF	73×44×46	87×81×48	—
	LFi	62×42×61	76×52×63	81×80×105
Grad protecție		LS, LF, — IP20; LFi — IP00		
		Siguranțe MPR 660/440 V c.a./c.c.		
Suport Sist + patron NT — cod pentru I, A:	4÷160	Sist 101—411	NT00-406	
	6÷160	Sist 150—412	NT0-407	
	36÷250	Sist 201—413	NT1-408	
	224÷400	Sist 400—414	NT2-409	
	400÷630	Sist 630—415	NT3-410	
Mîner — cod		Pentru toate gabaritele: 416		
Cod suport + cod patron/gabarit, mm		411+406/45×120×60; 412+407/42×170×75; 413+408/58×200×82; 414+409/64×225×98; 415+410/67×250×105		

1	2		
Siguranțe ultrarapide MPR pentru protecția semiconductoarelor de putere			
Tensiune nominală, V	660	1000	1250
Gabarit siguranță — cod/I_n, A (Se pot echipa cu percutor, adăugîndu-se la cod P; exemplu Gabarit 00 — cod 400P)	00—400/ /16÷100; 1—419/ /100÷200; 2—420/ /250÷400; 3—421/500	0.1—461/ /63÷200; 1.1—462/250; 2.1—463/315; 3.1—464/350÷ 400; 2×3.1—418/ /1000	3.2—450/400; 2× 3.2—476/800

Notă. 1. Simboluri, breviațiuni: LS, LF, LFi — legături în spate, în față cu capac, idem fără capac la soclu; ș, b, i — șaibă, bucșă, inel; MPR — mare putere de rupere.

2. Scara curenților nominali (și indicatorul de fuziune la siguranțele cu filet), A: 2 (roz) — 4 (brun) — 6 (verde) — 10 (roșu) — 16 (gri) — 20 (bleu) — 25 (galben) — 35 (negru) — 36 — 50 (alb) — 63 (arămiu) — 80 (argintiu) — 100 (roșu) — 125 — 160 — 200 — **224** — 250 — **300** — 315 — — **355** — 400 — 500 — 630 (cu cifre grase, valorile ce înlocuiesc 35 cu **36**, 315 cu **300** sau în plus **224** și **355** la patronul NT).

3. Caracteristicile de fuziune: pentru siguranțele MPR — fig. 3.4, pentru siguranțele cu filet:

I_n, A		2÷4	6÷10	16÷25	35÷63	80÷100
t_f, s	$1{,}75 \cdot I_n$	10	10	10	10	10
	$7{,}00 \cdot I_n$	0,05	0,1	0,15	0,2	0,35
Curent rupere, A		1600	1600	1600	4000	8000

3.4.2. *Siguranțe fuzibile de medie tensiune*

Fuzibilul		Suportul I_n, A	U_n kV	Masa kg	Gabaritul mm
I_n, A	I_R, S_R*				
1	2	3	4	5	6
Siguranțe tip SFIM — 7,2 kV					
25÷80	100÷310	250	7,2	11,5	162×682×255
100÷250	375÷825	250	7,2	13,6	162×682×255
315; 400	1320; 1570	400	7,2	19,2	162×682×361

1	2	3	4	5	6
		Siguranțe tip SFIn — 6÷35 kV			
2,5÷63	400*	100	6,0	11,0	110×453×235
80÷100	300*	100	6,0	12,0	110×453×235
2,5÷63	450*	100	10,0	12,0	110×553×255
80÷100	325*	100	10,0	13,0	110×553×255
2,5÷63	700*	100	20,0	24,0	110×705×335
25÷40	425*	100	20,0	24,0	110×705×335
2,4÷10	700*	100	35,0	42,0	110×853×455
25÷40	400*	100	35,0	42,0	110×853×455
		Siguranțe tip SFEn — 6÷35 kV			
2,5÷63	400*	200	6,0	65,0	670×875×453
80÷100	300*	200	6,0	65,0	670×875×453
2,5÷63	400*	200	10,0	65,0	670×875×453
80÷100	325*	200	10,0	65,0	670×875×453
2,5÷16	700*	200	20,0	90,0	875×1155×684
25÷40	425*	200	20,0	90,0	875×1155×684
2,5÷10	700*	200	35,0	—	288×868×526
25÷40	400*	200	35,0	—	288×868×526
		Siguranțe tip SFITn — 6÷35 kV			
—	500*	100	6,0	11,0	110×453×235
—	1000*	100	10,0	20,0	110×553×235
—	1000*	100	20,0	15,0	110×705×455
—	1000*	100	35,0	22,0	110×853×455
		Siguranțe tip SFETn — 6÷35 kV			
—	500*	200	6,0	—	670×875×453
—	1000*	200	10,0	—	670×875×453
—	1000*	200	20,0	—	875×1155×684
—	1000*	200	35,0	—	288×868×526

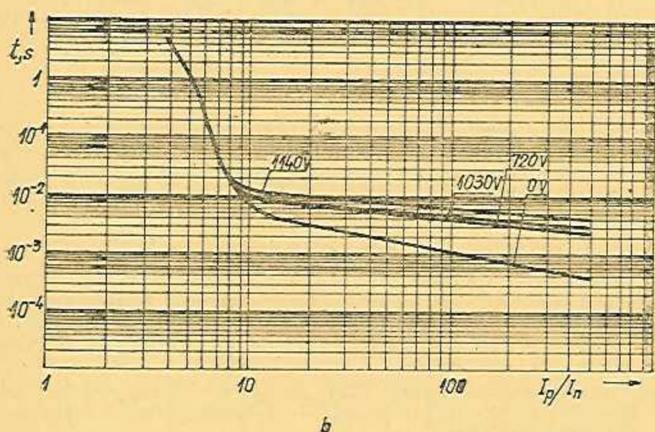
Notă. 1. Producător: ELECTROPUTERE — Craiova.

2. Simbolizare: SFIM — siguranță fuzibilă de interior pentru protecția motoarelor electrice; SFIn, SFEn — siguranțe fuzibile de interior, exterior pentru protecția transformatoarelor de forță, condensatoarelor etc.; SFITn, SFETn — siguranțe fuzibile de interior, exterior pentru protecția transformatoarelor de măsură.

3. Scara curenților pentru FIM, I_n/I_R, A: 25/100—31,5—160—40//190—50/220—63/270—80/310—100/375—125/485—160/638 200/748—250/825—315/1320—400/1570.

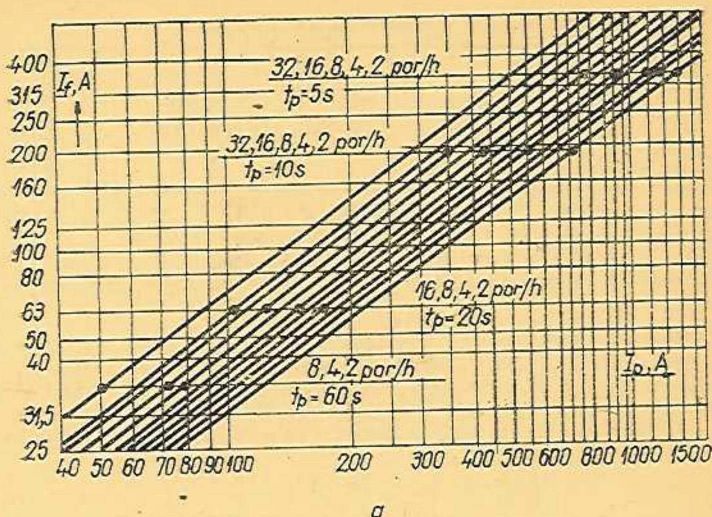
4. Alegerea fuzibililor pentru protecția transformatoarelor de forță și a motoarelor electrice — v. fig. 3.5.

a

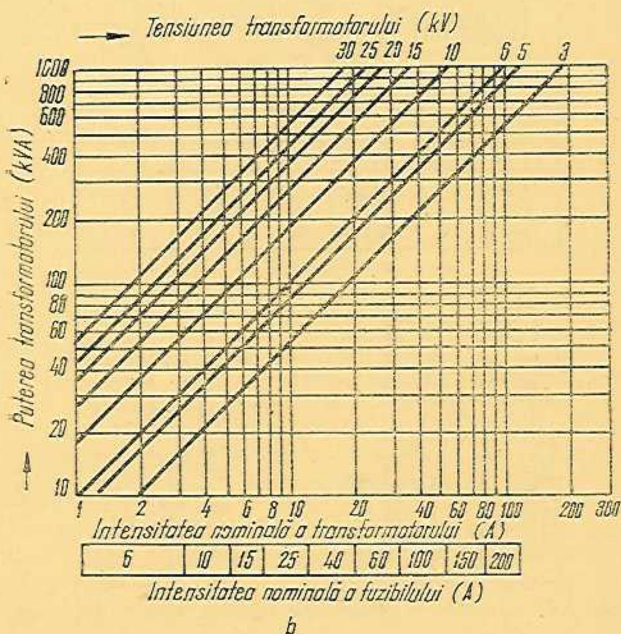


b

Fig. 3.4. Caracteristicile de fuziune a siguranţelor MPR:
a — 660/400 V c.a./c.c.; *b* — ultrarapide.



a



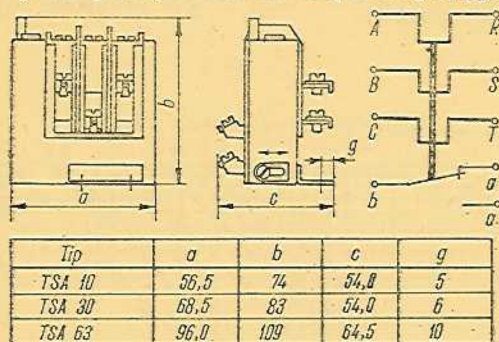
b

Fig. 3.5. Diagramă pentru alegerea fuzibilelor de medie tensiune:
a — tip SFIM; b — tip SFIn.

3.4.3. *Relee termice tripolare*

Tipul / Caracteristici	TSA 10	TSA 16	TSA 32	TSAW 400–630		TSAW-PG 630
Cod	3670	3671	3872	3678A	3677	3679
I_n, A	10	16	32	400	630	630
I_r, A	0,4÷11	0,4÷16	0,4÷32	80÷400	315÷630	63÷630
Producător	I. Contactoare-Buzău			ELECTROAPARATAJ		

Notă. 1. Caracteristici comune: $U_n = 660$ V; $I_t/I_r = 0,67 \div 1$; I_R, A/V = 3/220; 2/380; 1/500 (I_r, I_t, I_R — curent de reglaj, reglat pentru protecția termică la suprasarcină, de rupere a contactelor); conectări pe oră — 15; grad protecție — IP00; execuție — N, M, T; rest — conform fig. 3.6.
2. PG — pentru protecția motoarelor cu pornire grea ($t_p \geq 13$ s la $6I_r$).



Tip	a	b	c	g
TSA 10	56,5	74	54,8	5
TSA 30	68,5	83	54,0	6
TSA 63	96,0	109	64,5	10

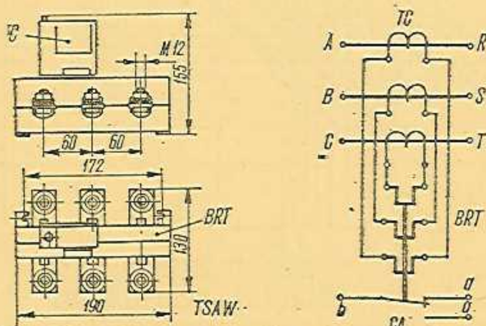


Fig. 3.6. Schemele și construcția releelor termice tripolare.

8.5. Aparate de conectare şi protecţie

8.5.1. *Întreruptoare automate de joasă tensiune*

I_n, A	N_p	I_r, A	I_R, kA	Acţionare	Montaj	DC	Gabaritul, mm
1	2	3	4	5	6	7	8
*Întreruptoare automate mono şi bipolare pentru instalaţii, de 380 V c.a. şi 250 V c.c.**							
25	1	0,5÷25	1,5	L	F	T, EM	18×80×67
25	1	1,0÷25	1,5	L	F	T, EM	45×85×76
25	2	0,5÷25	1,5	L	F	T, EM	35×80×67
100	1	40÷100	6,0	L	F	T, EM	45×180×82
10*	1	0,5÷10	1,0	L	F	T, EM	24×80×67
25*	1	5÷25	1,0	L	F	T, EM	23×85×76
25*	1	1÷25	1,0	L	F	T, EM	25×85×76
25*	2	5÷25	1,0	L	F	T, EM	45×85×76
Întreruptoare automate ultrarapide 1 000 V c.c. (kA)*							
1250	1	1,25÷2,5*	12	E	F	EM	400×710×790
3150	1	3,15÷1,2*	24	E	F	EM	480×860×1300
2500	1	v. nota 2	6	E	F	—	480×860×1300
Întreruptoare automate AMRO 660 V c.a., 1220 V c.c.							
10	3	0,4÷11	1,0	L	F	DT, DE	77×100×83
16	3	0,4÷16	1,5	L	F	DT, DE	83×119×85
25	3	11÷25	1,5	L	F	DT, DE	89×100×81
40	3	20÷40	2,5	L	F	DT, DE	100×134×94
100	2; 3	40÷100	8,0	L, M	F, D	DT, DE	105×257×314
100	4	2,5÷100	3÷8	L	D	DT, DE	149×112×166

1	2	3	4	5	6	7	8
Întreruptoare automate USOL 660 V c.a., 220 V c.c.							
250	2	100÷250	15	L, M	F, D	DT, DE	140×253×354
250	3	100÷250	10	L, M	F, D	DT, DE	140×278×354
250	4	100÷250	10	L	F, D	DT, DE	193×175×220
500	4	100÷500	25	L	F, D	DT, DE	290×296×275
630	2	100÷630	25	L, M	F, D	DT, DE	248×310×410
630	3	100÷630	25	E, M	F, D	DT, DE	248×310×410
800	2; 3	400÷800	25	L, E	F, D	DT, DE	290×440×363
Întreruptoare automate ASRO 660 V c.a.							
1000	3	600; 1000	50	L, M	F, D	nota 4	334×530×574
1600	3	1600	50	L, M	F, D	nota 4	334×530×574
2000	3	2000	52	L, M	F, D	nota 4	424×535×604
Întreruptoare automate OROMAX-CS 660 V c.a.							
1000	3	600; 1000	60	N, NM	F, D	nota 4	452×598×692
1600	3	1600	60	N, NM	F, D	nota 4	452×598×692
2000	3	2000	70	N, NM	F, D	nota 4	536×598×692
2500	3	2500	70	N, NM	F, D	nota 4	536×598×692
4000	3	4000	70	N, NM	F, D	nota 4	866×598×723
Întreruptoare automate OROMAX-IV 660 V c.a.							
1000	4	600; 1000	50	NA, NM	F, D	nota 4	554×578×692
1600	4	1600	50	NA, NM	F, D	nota 4	554×578×692
2000	4	2000	52	NA, NM	F, D	nota 4	638×578×692
2500	4	2500	52	NA, NM	F, D	nota 4	638×578×692

1	2	3	4	5	6	7	8
Întreruptoare automate AMRO și USOL cu relee RPACD de protecție contra curenților de defect în c.a.							
40	4	20÷40	0,1; 0,3	L	F	DT, DE	268×105×94
100	3	40÷100	0,3; 0,5	L	F	DT, DE	285×135×150
100	4	50÷100	0,3; 0,5	L, M	F	DT, DE	400×150×275
250	3	100÷250	0,3; 0,5	L, M	F	DT, DE	450×140×270
250	4	100÷250	0,5	L, M	F	DT, DE	450×190×270

Notă. 1. Pentru întreruptoarele mono și bipolare 380/220 V c.a./c.c. tipul de 10 A are 1 ni, iar 25 A c.c. poate fi și cu 1ni + 1nd; scara curenților I_r, A: 0,5—1 (1,2)—1,5 (1,6)—2—3—4—5 (6)—10—15(16)—20—25—40—63—80—100 (în paranteză s-au trecut valorile pentru c.c.).

2. Pentru întreruptoarele ultrarapide: acționare prin E — electromagnet 220 V și DD — declanșator de deschidere 24 V; protecție prin EM — releu electromagnetic (tipul 2500 A este fără releu de protecție, acționînd ca separator de sarcină).

3. Pentru întreruptoarele AMRO și USOL:

— Scara curenților I_r: 0,4—0,55—0,75—1—1,3—1,8—2,4—3,3—4,5—6—8—11—16—20—25—32—40—50—63—80—100—125—160—200—250—320—400—500—580—630—700—800;

— Reglajul protecției: la suprasarcină, prin DT — declanșatoare termice cu curentul de declanșare $I_t = (0,8 \ldots 1)I_r$; la scurtcircuit, prin DE — declanșatoare electromagnetice și anume: la AMRO — reglaj fix la $10I_r$, la USOL 250 — reglaj fix *4*; $10I_r$, la USOL 630; 800 — reglaj variabil $2 \div 4$; $5 \div 10I_r$ (valorile $2 \div 4I_r$ se adoptă la protecția liniilor prin DD);

— Acționare: L — manual; M — cu motor (250 W/VA la 220 V c.c./c.a.) sau E — electromagnet (110; 220 V c.c.);

— Montaj: F — fix sau D — debroșabil; legături: LF — față, LS — spate; execuție deschisă (pentru dulap) sau capsulată;

— Echipare suplimentară: fără sau cu CA — contacte auxiliare cu DTm — declanșator de tensiune minimă (poate fi temporizat cu releu RZ3 — 220 V c.c.) sau DD — declanșator de deschidere.

4. Pentru întreruptoarele ASRO și OROMAX:

— Declanșatorul maximal de curent poate fi de tipul MK, MKs, MKsi, MKE, MKEs, MKEsi, cu caracteristicile de mai jos:

I_n, A	Protecție ss		Protecție la scurtcircuit			
	I_1/I_n	t_1, s/I_D	I_2/I_n	t_2, s	I_3, kA	
600; 1000	0,5÷1	10/6I_1	2÷4; 4÷12	instan-		10, 20, 30
1600	0,5÷1	10/6I_1	2÷4; 4÷10	taneu:	MKsi, MKEsi	10, 20, 30
2000	0,5÷1	10/6I_1	2÷4; 4÷10	MKsi și		10; 20; 30
2500	0,5÷1	10/6I_1	2÷4; 3÷6	MKEsi;		20; 30
				0,1÷0,5s:		
4000	0,5÷1	10/6I_1	2÷4; 3÷6	$MK_{(si)}$		20; 30
				$MKE_{(si)}$		

— Acționare: manuală NA — printr-o manevră sau N — prin manevre repetate; NM — prin motor electric 110; 220 V c.a. sau c.c.;

— Echipare suplimentară: DTm — declanșator de tensiune minimă (110, 220, 380, 415, 500 V c.a. sau 220 V c.c.; poate fi temporizat prin releu RZ2 — 220, 380, 500 V c.a.), ED — declanșator de deschidere și E — electromagnet de comandă a anclanșării (110, 220, 380, 415, 500 V c.a. sau 24, 48, 110, 220 V c.c.) sau motor (v. acționare).

5. Pentru întreruptoarele cu RPACD:

— În coloana 4 sînt trecute valorile nominale ale curenților de defect $I_{\Delta n}$ în amperi;

— tensiunea de alimentare a DTm va fi aceeași cu tensiunea auxiliară de alimentare a RPACD (220, 380, 500 V c.a.);

— RPACD poate fi montat și la alte întreruptoare în limitele valorilor nominale ale $I_{\Delta n}$.

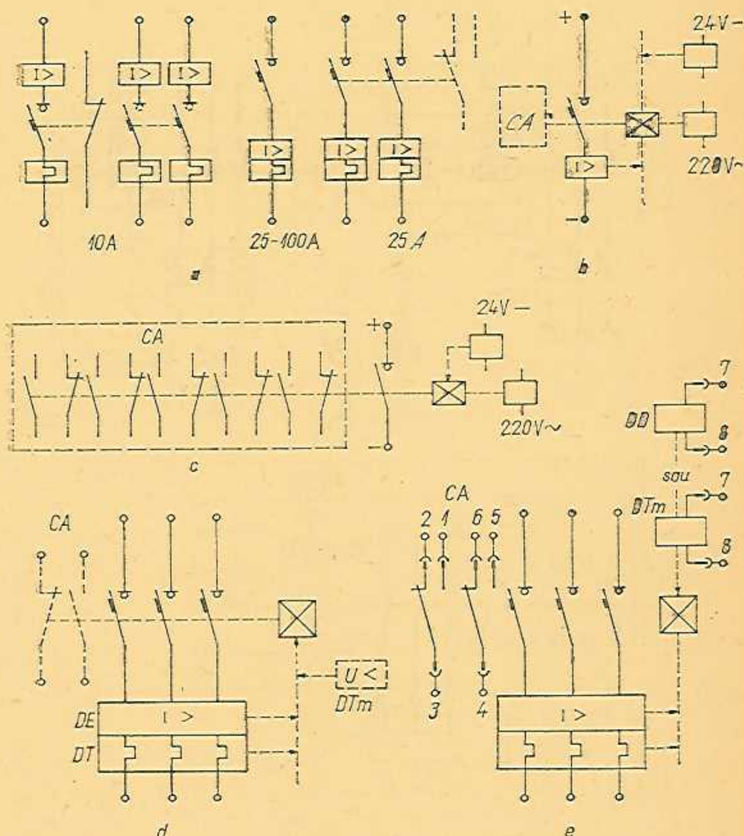


Fig. 3.7. Întreruptoare automate de joasă tensiune 1:
a — mono și bipolare; *b* — ultrarapide 1250; 3150 A (CA — v. fig. *c*); *c* — idem, 2500 A; *d* — AMRO 10...63 A; *e* — AMRO 100 A (acționarea prin motor — v. fig. 3.8, *e*).

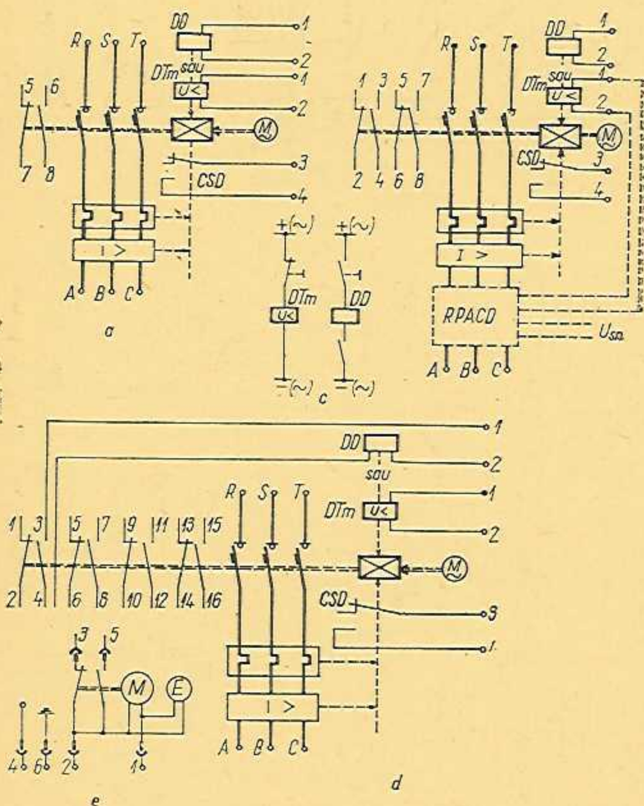


Fig. 3.8. Întreruptoare automate de joasă tensiune 2:
a — USOL 250; *b* — USOL 500 (630) — s-a trasat punctat exemplul de montare a RPACD; *c* — acționare DD sau DTm; *d* — USOL *a* 800; *e* — acționare prin motor.

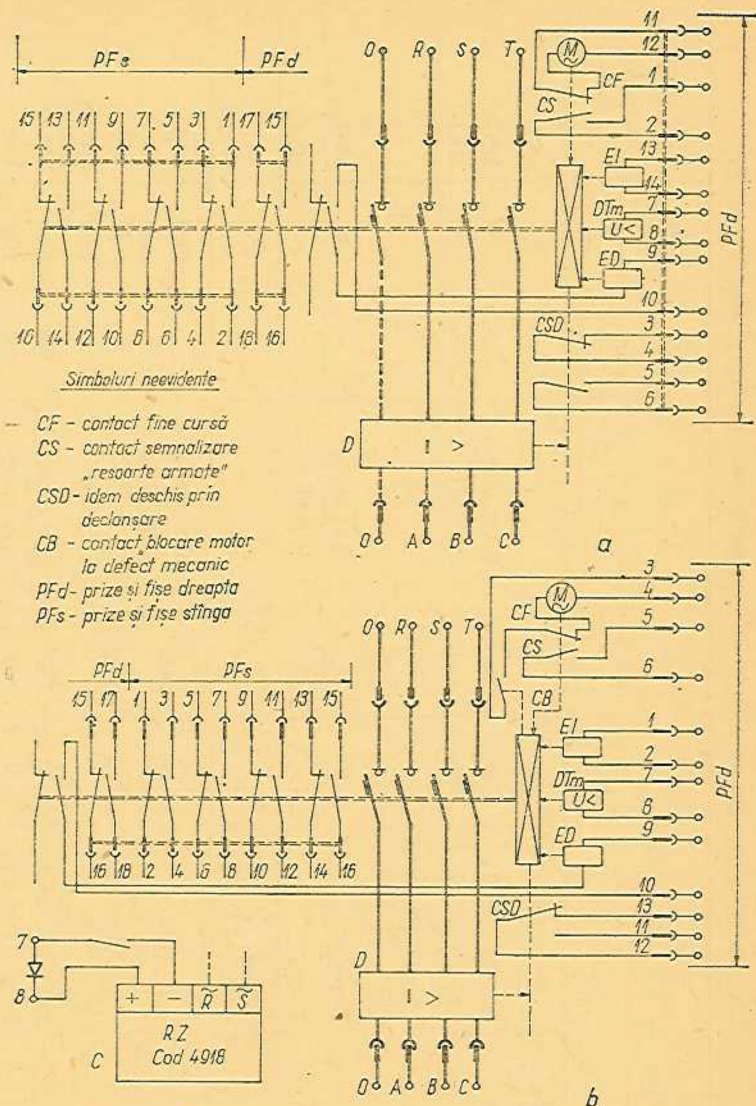


Fig. 3.9. Întreruptoare automate de joasă tensiune 3:
a — ASRO; — OROMAX; *c* — declanșare întîrziată la minimă tensiune.

3.5.2. Contactoare și întreruptoare automate de medie și înaltă tensiune

Tip – U_n, kV, I_n, A		I_{t01} / I_d kA	S_R MVA	t_1/t_d s	Ulei kg	Masa totală kg	Dispozitiv de acționare
1		2	3	4	5	6	7
CAM – 6 – 100		3/7	–	–	–	–	EM
IUP-M	10 – 630; 1000	30 / 76,5	350*	0,12 ÷ 0,16	9	310	MRI-0
	20 – 630; 1000		500	0,07 ÷ 0,075	10	330	MRI-1
IUP-25 kV	CESU – 35kV – 600; 1000/5/5A + TEBU – 25/0,1 kV	30 / 75	400	0,11 ÷ 0,12 / 0,06 ÷ 0,08	–	1000	MRI-2b
	1250A				–	645	MRI-2b
	1250A + 1; 2TEBU – 25/0,1 kV				–	730; 815	MRI-2b
IUP	35I – 1250	35 / 75	1000	0,16 ÷ 0,22 / 0,08 ÷ 0,12	70	1085 1800	DPI MR-4
	35E – 1250	35 / 75	1000	0,16 ÷ 0,22 / 0,08 ÷ 0,12	70	1125 1800	DPI MR-4
	72kV – 1250A	–	–	–	–	–	MR-4
	110kV – 1250A-E	20 / 50	3000	0,16 ÷ 0,22	180	3900	MR-4
	110kV – 1250A-I		3000	0,08 ÷ 0,09	180	4200	DPI

1		2	3	4	5	6	7
IO	10–630	30	500*	0,11÷0,15	6,5	210	MRI-2
	10–1000	75	500*	0,06÷0,065	6	220	MRI-3
	10–2500	30	500*	0,18/0,07	8	300	MRI-3
	20–2500	76,5	500*	0,18/0,07	7,6	310	MRI-3
	20–630	30	500*	0,11÷0,15	7,6	320	MRI-1
	20–1250	75	500*	0,06÷0,065	7,6	285	MRI-3
	110–1600	55	6000	0,11÷0,13	1711	1460	MOP-1
	220–1600	80	12000	0,035÷0,045	4121	3300	MOP-1
IO-B	15–1250	60	750*	0,18/0,07	9	285	MRI(L)-3/
	15–2500	150	750*	0,18/0,07	12	500	MR-4
	20–1250		750	0,18/0,07	9	280	MRI(L)-3/
IO-AP	12/630; 1250	–	20 kA	0,065÷0,1	6,51	180	MPI
	24/630	–	10 kA	0,04÷0,06	71	215	MPI
UNC–24 kV – 630 A		–	330	–/0,06	–	–	MMR

Notă. 1. Simbolizare: CAM – contactor în aer pentru acționarea motoarelor; EM – electromagnet de acționare; IUP – întreruptor în ulei puțin; M – modernizat; O–ortojector (suflaj longitudinal); AP–acționare pneumatică; UNC – întreruptor tripolar pentru cuptoare cu arc pînă la 3 tone; *primul grup de cifre* – tensiunea nominală în kV; *al doilea grup de cifre* – curentul nominal în A; La IUP-25 kV se indică, cînd este cazul, și echiparea cu transformatoare de măsură.

2. Valorile cu*, pentru alte tensiuni nominale, devin: IUP-M: 6 kV – 200 MVA; IO – 6 kV: 630/300; 1250/300 2500/400 A/MVA; IO-B: 6/400; 10/500 kV/MVA.

3. Caracteristicile dispozitivelor de acționare a întreruptoarelor sînt date în tabelul următor:

Caracteristicile			MRI-0	MRI-1	MRI-2	MRI-3	MR(L)-3	MR-4	MPI	MOP-1	DPI	Observații
Motor armare:	c.c.	U_n, V	–	–	48	48	–	–	–	220/380	–	Simbolizare: M — mecanism; R—cu resort; I—pentru acționare întreruptor; L — cu liberă deschidere; O—oleo; P—pneumatic; cifra — varianta constructivă. Unghi de rotație: MRI, MR — 155 grd; MPI–100grd; Lucru mecanic, daNm: MRI-0,1,2 —65; MRI3-—80; MR-4—100; MPI—47,5÷52,5.
		P_n, W	–	–	600	600	–	–	–	1500	–	
	c.a.	U_n, V	–	220	220	220	110–220	110–220	–	2	–	
		P_n, W	–	600	600	600	650	850	–	–	–	
Electromagnet acționare:	c.c.	U_n, V	24÷220	24÷220	24÷220	24÷220	220	12÷220	24÷220	48÷220	24÷220	
		P_n, W	150	150	150	150	150	200	180	300/500	130	
	c.a.	U_n, V	110–220	110–220	110–220	110–220	220	110–220	110–220	–	24÷220	
		P_n,VA	300	300	300	300	300	200	180	–	130	
Rezistențe încălzire:		U_n, V	–	–	220	–	–	220	–	220	–	
		P_n, W	–	–	50	–	–	120	–	500	–	
Timp armare, s			5÷9	5÷9	5÷9	6÷10	5÷8	8÷12	–	–	–	
Masa, kg			90	90	90	95	150	250	170÷215	500	–	
Presiune, daN/cm²			–	–	–	–	–	–	5	300	4,5	
l aer/manevră			–	–	–	–	–	–	25	–	60	
l ulei/pol			–	–	–	–	–	–	6,5÷7	60	–	

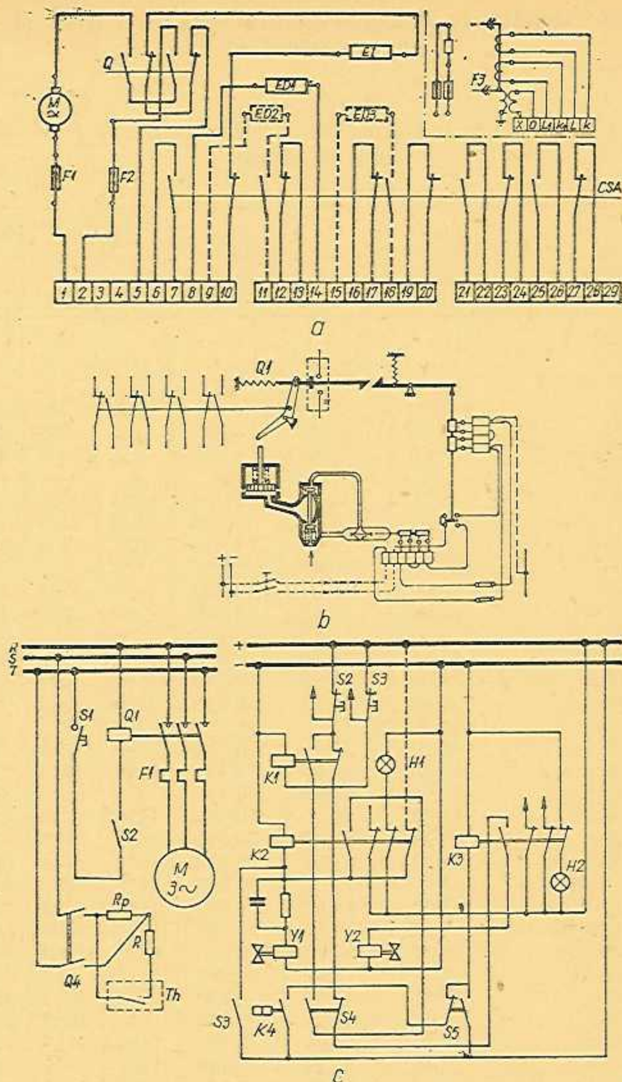


Fig. 3 10. Schemele electrice ale dispozitivelor de acționare ale întreruptoarelor automate de medie și înaltă tensiune:
a — tip MR; *b* — tip DPI; *c* — tip MOP-1:

3.6. Aparate de protecție contra supracurenților și supratensiunilor

3.6.1. *Bobine de reactanță uscate, fără miez de fier, pe cadru de beton*

Tip-U_n, kV/I_n, A-X_L,%	I_{t01}, kA	I_d, kA	R_f, $10^{-2}\Omega$	Gabarit, mm ⌀	Gabarit, mm H	Masa, kg
1	2	3	4	5	6	7
BR-5,25/300-5,5	—	—	—	—	—	—
BR-6/75-8	—	—	—	—	—	—
BR-6/150-10	—	—	—	—	—	—
BR-6/200-4	5,00	9,16	3,500	1025	700	1360
BR-6/200-8	2,50	4,58	8,200	1140	790	1775
BR-6/400-4	10,00	25,40	1,410	835	835	1900
BR-6/400-12	—	—	—	—	—	—
BR-6/500-4	12,50	31,75	0,162	1025	925	1900
BR-6/500-10	5,00	9,16	2,640	1140	1195	1900
BR-6/600-4	15,00	38,10	1,120	1025	835	1800
BR-6/600-5	12,00	30,48	1,000	1140	735	1700
BR-6/600-6	10,00	25,40	1,400	1140	835	1900
BR-6/600-10	6,00	15,24	1,850	1140	1015	1900
BR-6/640-9	—	—	—	—	—	—
BR-6/750-5	15,00	38,10	7,700	1140	970	1850
BR-6/1000-4	25,00	45,80	0,740	1140	790	1775
BR-6/1000-5	20,00	50,80	0,630	1140	880	1900
BR-6/1000-6	16,60	42,10	0,565	1140	925	1950
BR-6/1000-10	10,00	25,40	0,575	1140	1195	2050
BR-6/1500-6	25,00	63,00	0,414	1140	1095	1850
BR-6/1500-8	18,75	47,62	0,393	1420	745	4300
BR-6/1500-10	15,00	38,10	0,462	1420	835	4550
BR-6/2000-6	33,30	84,58	0,210	1420	835	4525
BR-6/2000-8	25,00	63,00	0,163	1420	925	6000
BR-6/2 × 1000-2 × 8	25,00	63,00	0,243	1420	1660	9750
BR-6,3/200-4	25,00	45,80	0,740	1140	790	1775
BR-6,3/1000-10	10,00	25,40	0,575	1140	1195	2050
BR-6,3/2000-10	20,00	50,80	0,276	1420	1060	6670
BR-10/200-3	6,66	17,00	4,060	1025	790	1770
BR-10/400-4	10,00	25,40	1,880	1140	1015	1800
BR-10/400-5	8,00	20,32	0,214	1140	1015	2000
BR-10/400-6	6,66	17,00	2,560	1140	1285	2200
BR-10/400-8	5,00	12,70	3,180	1420	925	4000
BR-10/400-10	4,00	10,16	3,640	1420	1015	4300
BR-10/600-4	15,00	38,00	1,495	1140	835	1900
BR-10/600-8	7,50	17,00	1,880	1140	1195	1950
BR-10/1000-4	25,00	63,00	0,620	1140	970	1875

1	2	3	4	5	6	7
BR-10/1000-6	16,60	42,16	0,720	1140	1060	2000
BR-10/1000-8	12,50	31,75	0,900	1420	835	4000
BR-10/1000-10	10,00	25,40	1,020	1420	925	4100
BR-10,5/600-6	15,00	38,00	1,495	1140	1015	1950
BR-15/300-5	6,00	15,24	4,250	1025	1010	1900

Notă. 1. Simbolizare tip: B — bobină; R — de reactanță (în beton). 2. Utilizare: protecția instalațiilor interioare prin limitarea curenților de scurtcircuit sau a căderilor de tensiune provocate de aceștia sau de curenții de pornire ai motoarelor de mare putere. Producție IEP.

3.6.2. *Descărcătoare*

Tipul	Tensiune amorsare, kV, mediu:		Gabaritul mm	Masa kg
	uscat	ploaie		
1	2	3	4	5
		Descărcătoare cu fibră		
DTF 3/0,2-1,5	—	—	—	—
DTF 3/1,5-7	—	—	—	—
DTF 6/0,3-7	42	39	51,5×520	2,0
DTF 6/1,5-10	—	—	51,5×520	2,0
DTF 10/0,5-7	43	80	51,5×520	2,0
DTF 15/0,4-6	60	57	33,5×585	2,0
DTF 20/0,8-6	—	—	51,5×720	4,2
DTF 25/0,4-3	—	—	28,0×720	1,7
DTF 35/0,4-3	105	83	43,5×720	1,7
DTF 35/0,8-5	105	73	51,5×840	2,5
DTF 35/1,8-10	96	82	68,0×788	4,2
DTF 60/0,4-2,2	—	—	85,0×1100	8,5
DTF 60/0,8-5	—	—	85,0×1100	8,0
DTF 60/1,2-7	—	—	85,0×1100	8,0
DTF 110/0,4-2,2	213	200	85,0×310	9,0
DTF 110/0,8-5	260	198	85,0×1300	9,0
DTF 110/1,2-7	214	202	85,0×1300	7,5
DTF 110/2-10	—	—	85,0×1300	10,0
		Descărcătoare cu rezistență variabilă		
DRV-6	16—18		⌀433×475	41,0
DRV-10	26—30		⌀433×475	46,0
DRV-15	38—48		⌀433×755	50,0

1	2	3	4	5
DRV-20		48–60	⌀433×935	55,0
DRV-25		58–72	⌀433×1115	74,0
DRV-35		76–96	⌀433×1395	83,0
DRV-60		134–168	⌀433×2395	130,0
DRV-110		232–288	⌀433×3407	210,0

Notă. 1. Simbolizare tip: D – descărcător; T – tubular; F – cu fibră; R – cu rezistență; V – variabilă; *prima grupă de cifre* – tensiunea nominală în kV; *a doua grupă de cifre* (numai la DTF) – limitele curenților de descărcare în kA_{ef}.

2. Utilizare: protecția instalațiilor de medie și înaltă tensiune împotriva supratensiunilor atmosferice.

3.7. Aparate de pornire a motoarelor și reglaj al turației

3.7.1. *Comutatoare stea-triunghi și de inversarea sensului turației*

Tipul-Codul	I_n, A	U_n, V	P_{nM}, kW	f_c, c/h	Protecția	Gabaritul, mm
1	2	3	4	5	6	7
Comutatoare Y–Δ în ulei manuale – I.M.E.B.						
CST	100	500	37÷55	6	IP33	406×266×508
CST	200	500	75÷100	6	IP33	406×266×508
Comutatoare Y–Δ în aer manuale – EC – Botoșani						
1724	32	500	5,5÷15	30	IP00	90×90×191
1725	23	500	5,5÷15	30	IP44	116×168×200
1734	63	500	15÷22	30	IP00	111×111×182
1735	63	500	15÷22	30	IP44	194×189×212
1744	100	500	22÷37	30	IP00	111×111×250
Comutatoare Y–Δ în aer automate – EA – București						
8197	25	380	11	12	IP31	327×530×206
8198	40	380	18,5	12	IP31	327×530×206
8199	63	380	30	12	IP31	352×610×237
8200	100	380	45	12	IP31	440×680×225
8201	160	380	90	12	IP31	590×750×310

1	2	3	4	5	6	7
			Inversoare de sens — EC — Botoșani			
1764	32	500	15/7,5	30	IP00	90×70×176
1763	32	500	15/7,5	30	IP44-B	116×158×200
1766	32	500	15/7,5	30	IP44-S	126×172×190
1774	63	500	22/15	30	IP00	111×111×175
1773	63	500	22/15	30	IP44	138×194×212
1784	100	500	37/22	30	IP00	110×90×219

Notă. În capul tabelului: P_{nM} — puterea maximă a motorului la 380 V pentru comutatoare, la 380/220 V pentru inversoare; f_c — frecvența de conectare.

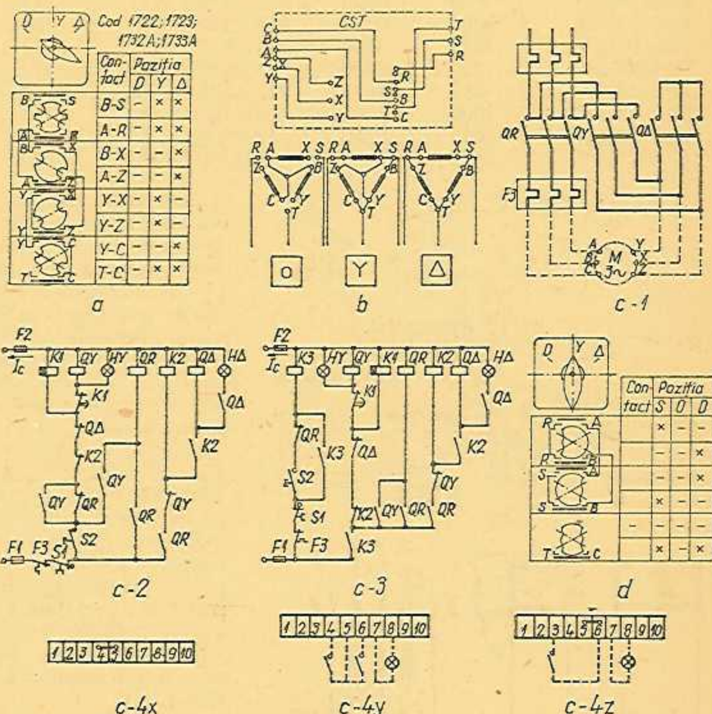
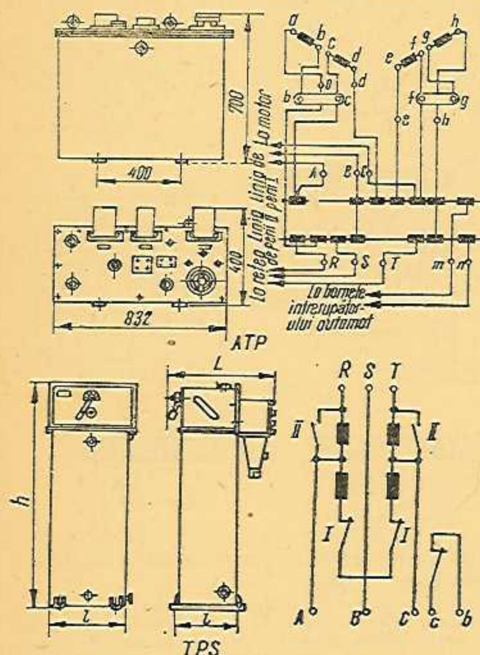


Fig. 3.11. Schemele electrice ale comutatoarelor stea-triunghi și ale inversoarelor de sens:

a — tip EC Botoșani; *b* — tip IMEB; *c* — tip EA: *1* — circuite primare (montaj relee termice A — pentru $t_p \leqslant 8$ s, B — pentru $t_p > 8$ s), *2* — circuite secundare varianta $I_c \leqslant 6$A; *3* — idem, $I_c > 6$ A; *4* — legături cleme pentru comandă; *x* — de pe aparat, *y* — de la distanță prin buton dublu de acționare, *z* — idem, prin întreruptor; *d* — inversor de sens

3.7.2. *Autotransformatoare de pornire a motoarelor electrice trifazate de curent alternativ*

Tipul	S_{AT}, kVA	U_n, kV	$L \times l \times h$, mm	Masa, kg
ATP-1.1	85	500	832×468×700	320
ATP-1.2	130	500	832×468×700	335
TPS-320/0,38	320	380	850×530×1177	420
TPS-320/0,5	320	500	850×530×1177	420
TPS-650/0,38	650	380	850×530×1297	540
TPS-650/0,5	650	500	850×530×1297	540
TPS-580/6	580	6000	915×810×1447	822
TPS-1000/6	1000	6000	915×810×1447	822
TPS-1600/6	1600	6000	915×810×1627	933
TPS-2500/6	2500	6000	915×810×1627	1350
TPD-580/6	580	6000	915×700×1550	850
TPD-1000/6	1000	6000	915×700×1550	850
TPD-1600/6	1600	6000	915×700×1550	950
TPD-2500/6	2500	6000	915×700×1730	1050



Notă. 1. Simbolizare: ATP,TP—autotransformator de pornire; S—cu siguranță mărită; D—cu comandă la distanță (comutare automată). La ATP: *prima cifră* — pentru motoare cu U_n = 220, 380, 440, 500 V; *a doua cifră* — pentru motoare cu 1 — P_n = 40÷55 kW, 2 — P_n = 75÷100 kW. La TPS, TPD: *prima grupă de cifre* (numărător) — puterea nominală a transformatorului de pornire (calculată pentru regim de scurtă durată); *a doua grupă de cifre* (numitor) — tensiunea nominală a motorului acționat.

2. Alegerea transformatorului, v. § 11.1.1.

Fig. 3.12. Autotransformatoare de pornire.

3.7.3. *Reostate de pornire pentru motoare asincrone cu rotor bobinat*

Tipul	U_n, V	I_M, A	N_{tr}	Gabaritul, mm	M, kg	P_{nM}, kW
			Reostate de pornire în aer			
RA-2.1	500	59,6	–	425×410×430	–	40
RA-2.2	500	78,5	–	425×410×536	–	50
RA-2.3	500	111,0	–	425×410×589	–	55
			Reostate de pornire în ulei			
RC-3	450	40,0	3+9	343×343×484	30	5,5÷22
RA-1.1	500	36,0	1+7	420×264×546	23	15÷22
RA-1.2	500	51,0	2+8	483×314×640	34	30÷37
RA-1.3	500	82,5	2+10	483×314×649	38	45÷55
RA-1.4	500	117,0	2+12	533×366×725	57	75
RPUm-1÷6/100	1200	nota 3	9	1060×716×460	260	=100
RPUm-1÷8/200	1200	nota 3	9	1136×748×520	430	100÷200
RPUm-1÷8/320	1200	nota 3	11	1186×1014×520	520	200÷320
RPUm-3÷8/500	1200	nota 3	11	1131×1014×520	570	320÷500
RPUC-1÷8/320	1200	nota 3	11	1180×1014×520	520	200÷320
RPUC-3÷8/500	1200	nota 3	11	1131×1014×520	570	320÷500
RPUD-1÷6/100	1200	nota 3	9	1145×620×873	380	=100
RPUD-1÷8/200	1200	nota 3	9	1145×620×873	550	100÷200
RPUD-1÷8/320	1200	nota 3	11	1245×850×1105	640	200÷320
RPUD-3÷8/500	1200	nota 3	11	1370×850×1105	710	320÷500

Notă. 1. Simbolizare: R – reostat; A – pentru motor asincron; P – pornire; U – răcire în ulei; m – modernizat; C – (după R) de comandă, (după U) cu compensator de fază; D – comandat de la distanță; La RA, *prima cifră* – mediu de răcire (1 – ulei, 2 – aer), *a doua cifră* – varianta de construcție; la RPU, *prima cifră* (1÷8) – gabaritul reostatului (v. nota 3), *ultimele 3 cifre* – puterea nominală maximă a motorului acționat.

2. Se utilizează numai pentru pornire, acționate manual prin controler. Durata maximă a unei porniri – 30 s; se admit 3 porniri succesive și apoi o oră pauză; pentru porniri cu 0,5 M_n puterea motorului acționat se poate dubla. Au contacte auxiliare de blocaj și semnalizare.

3. Tipurile RPU se construiesc în 8 gabarite funcție de valoarea raportului $k = U_2/I_2$ (unde U_2 și I_2 sînt valorile nominale ale tensiunii și curentului rotorului, în V, respectiv A; codificarea gabaritelor:

k	0,4–0,6–0,8–1,2–1,6–2,4–3,3–4,7–6,7
codul	1 2 3 4 5 6 7 8

4. Algerea reostatelor – v. § 11.1.1.

3.7.4. *Reostate de pornire și reglaj metalice pentru motoare asincrone cu rotor bobinat*

Tipul	U_n, V×I_n, A	R_f, pe trepte	DA,%	Gabaritul, mm
1	2	3	4	5
TR-1.1	43,8×26,3	1,342+0,536+0,628+0,134	40	460×305×415
TR-1.2	58,0×32,9	1,407+0,469+0,670+0,134	40	642×305×415
TR-1.3	101×29,2	2,546+1,206+0,670+0,134	40	662×305×415
TR-1.4	127×35,0	2,948+1,072+0,536+0,268+0,314	40	1224×340×446
TR-1.5	46,7×26,0	1,474+0,670+0,268+0,134	40	506×340×446
TR-1.6	66,5×28,8	2,010+0,670+0,268+0,134	40	582×340×446
TR-1.7	79,4×35,4	2,210+0,871+0,469+0,201+0,067	40	766×340×420
TR-1.8	129×32,7	3,417+1,139+0,469+0,201+0,067	40	874×340×416
TR-1.9	169×52,3	3,751+1,072	15	874×340×416
SR-1.1	43,8×26,3	2,320+1,400	15	387×228×315
SR-1.2	58,0×32,9	1,800+0,650	15	387×228×315
SR-1.3	127×35,0	4,000+1,600	15	387×432×315
SR-1.4	Pentru motor MS-1 kW, 1 000 rot/min		15	387×358×315
SR-1.5	Pentru motor MS-1,8 kW, 1 000 rot/min		15	387×358×315
SR-1.6	46,7×26,0	2,100+1,060	15	387×228×315
SR-1.7	79,4×35,4	3,000+1,300	15	387×432×315
SR-1.8	129×32,7	4,600+2,180	15	387×432×315
ZR-7.1c	178×49,5	2,76+1,44+0,66+0,3+0,12	40	1180×517×562
ZR-7.2c	176×71,0	2,1+0,95+0,42+0,18+0,06	40	1000×582×577
ZR-7.3c	250×90,0	2,28+1,14+0,42+0,18+0,06	40	1250×517×562
ZR-7.4	197×82,0	1,89+0,9+0,39+0,18+0,06	40	1080×517×562
ZR-7.5	176×71,0	3,000+1,680	15	1250×517×562
ZR-7.6	197×82,0	2,700+1,500	15	1180×517×562
ZR-7.7	186×120	3,360+1,680	15	1350×517×562
ZR-7.8	169×52,3	2,7+1,02+0,42+0,18+0,06	40	1180×517×562
ZR-7.9	166×72,0	2,04+0,9+0,42+0,18+0,06	40	1080×517×562

3.7.4. *(continuare)*

1	2	3	4	5
ZR-7.10	185×90,6	1,65+0,81+0,45+0,21+0,09+0,03	40	1000×517×562
ZR-7.11	186×120	1,1+0,54+0,24+0,1+0,04	40	1250×517×562
ZR-7.12	166×72,0	3,000+1,080	15	1250×517×562
ZR-7.13	185×90,6	2,460+1,080	15	1080×517×562
ZR-5.5	179×48,1	4,400+2,580	15	780×410×592
ZR602bA	43,8×26,3	3×1,800	40	385×670×427
ZR602bB	28,1×105	3×1,380	40	385×500×572
ZR602bC	34,2×131	3×1,530	40	385×760×414
ZR602bD	31,2×131	3×1,300	40	385×760×427
ZR602bE	41,0×150	3×1,470	40	385×620×427
ZR 604	28,1×10,5	3×8,250	40	880×400×1017

Notă. 1. Simbolizare: TR – rezistențe de pornire și reglaj pentru regim intermitent, din tablă; SR – idem, din sîrmă; ZR – idem, din fontă; cifre – varianta.

2. Producție I.M.E.B. Se utilizează pentru motoarele de macara cu excepțiile menționate în tabel. În cadrul produsului $U_n \times I_n$, tensiunea și curentul pot varia fără a se depăși pentru $U_n = 500$ V.

3. Introducerea și scoaterea din circuit a reostatelor de pornire și reglaj se face cu ajutorul controlerelor de comandă menționate în § 3.7.7.

3.7.5. *Reostate de pornire și reglaj cu lichid pentru motoare asincrone cu rotorul bobinat*

Nr. crt.	Tipul	I_n, A	U_n, V	P_{nM}, kW	t_p, s	c_E mm	V_E, l; Q_E, m³/h*
1	RL-1	630	3000	1250	60	400	850
2	RL-2	1000	3000	2500	120	550	2150
3	RL-3	1250	3000	5000	120	750	4600
4	RLD-1	630	3000	2×1250	60	400	2×850
5	RLD-2	1000	3000	2×2500	120	500	2×2150
6	RPLD-1000	630	1600	nota 2	—	400	15*
7	RRLD-500	630	1600	nota 2	—	400	18*
8	2×RPLD-1000	630	1600	nota 2	—	400	2×15*
9	2×RRLD-500	630	1600	nota 2	—	400	2×18*

Nr. crt.	Dispozitiv de răcire	Grup răcire Tip — 10³ kcal	Cote amplasare ansamblu, mm	Masa, kg
1	DI-1×57	GRL-50; 100	2600×1330×3000	1390
2	DI-2×57	GRL-50÷2×100	3500×1530×3500	2270
3	DI-3×57	GRL-2×100	4000×1780×4000	3170
4	DI-2×57	GRL-100	2650×1810×3150	1800
5	DI-3×57	GRL-2×100	3460×2210×3650	3000
6	—	—	1540×1808×2365	1250
7	—	—	1730×1880×2365	1250
8	—	—	2027×3702×2365	2500
9	—	—	2422×3700×2365	2500

Notă. 1. Reostatele tip RL, RLD se compun din module: reostat propriu-zis cu tabloul electric și roata pentru determinarea timpului de pornire, DI — dispozitiv de încălzire (dacă este necesar), GLR — grup de răcire. Electrolitul din reostat: soluție din carbonat de sodiu și apă distilată sau demineralizată; temperatura maximă admisă +75°C. Lichidul de răcire din GRL: apă industrială. Grad protecție IP54.

Codificarea reostatului (cerută de furnizor): RL sau RLD + cod:
— *prima cifră*, cod I_n: *1* — 630; *2* — 1000; *3* — 1250;
— *a doua cifră*; cod protecție climatică: *1* — N; *2* — T2; *3* — T3;
— *a treia cifră*, cod U_a — f — eventual T3: *1* — 380-50; *2* — 380-50-T3; *3* — 500-50; *4* — 500-50-T3; *5* — 380-60; *6* — 380-60-T3;
— *a patra cifră*, cod t_p: *1* — 20; *2* — 30; *3* — 45; *4* — 60; *5* — 75; *6* — 90; *7* — 120; *8* — 140;
— *a cincea cifră*, cod tip DI — eventual T3: *1* — 1×57; *2* — 2×57; *3* — 3×57; *4* — 1×57-T3; *5* — 2×57-T3; *6* — 3×57-T3;
— *treapta* 6, cod GRL — eventual T2, T3: *A* — 50; *B* — 50-T2; *C* — 50-T3; *D* — 100; *E* — 100-T2; *F* — 100-T3; *G* — 2×100; *H* — 2×100-T2; *K* — 2×100-T3;

— *ultimul număr* : frecvența pornirilor reostatului stabilită la alegerea tipului de reostat și a grupului de răcire (v. § 11.1.1).

2. Reostatele tip RPLD, RRLD sînt compuse dintr-un singur ansamblu care cuprinde reostatul propriu-zis și mecanismul de comandă acționat de un servomotor. Electrolitul și lichidul de răcire, v. nota 1. Puterile motoarelor acționate:

Acționare		Pornire	Reglaj M_r = const.	Reglaj $M_r = kn^2$
P_{nM}, kW:	RPLD	100 ÷ 1000	maximum 132	maximum 320
	RRLD	100 ÷ 1000	maximum 250	maximum 500

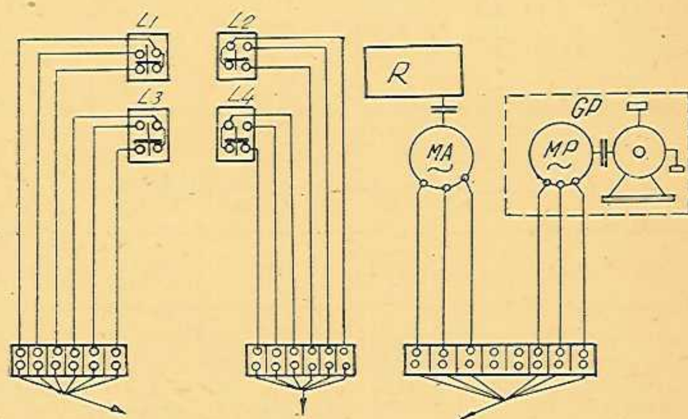


Fig. 3.13. Schema electrică a reostatelor de pornire și reglaj cu lichid tip RRLCD.

3.7.6. *Reostate pentru mașini de curent continuu*

Tipul	U_n, V	I_n, A	R, Ω	n_p	$L \times l \times h$, mm
1	2	3	4	5	6
			Reostate de excitație		
Re 580/13,5	230	0,840	164,000	33	202×245×275
Re 580/3,1	220	0,228	702,000	33	202×245×275
Re 581	220	0,240	834,000	33	202×245×275
Re 582 W12	160 ÷ 200	0,660	207,700	48	320×255×285
Re 582 WL2b	160	0,766	350,000	47	320×255×285

1	2	3	4	5	6
		Reostate de pornire			
RP 542	110	20,00	2,66	4	216×267×276
RP 544	110	12,00	5,14	4	216×267×276
RP 548	110	39,25	4,36	4	260×440×310
RP 551	220	15,00	8,442	–	260×440×310
RP 552	220	6,05	18,725	–	216×267×276
RP 553	220	19,75	3,404	–	260×440×310
		Reostate de pornire și reglaj			
RPZ 547:	110	–	–	–	260×440×310
– pornire	–	41,00	2,25	–	–
– reglaj	–	148,40	1,06	–	–

Notă. Producție I.M.E.B. Grad protecție: Re – IP00; rest – IP12.

3.7.7. *Rezistențe pentru acționări diverse*

Tipul	U_n, V×I_n, A	R_{ftr}, Ω	Tipul	U_n, V×I_n, A	R_{ftr}, Ω
RM 111÷114	1500×63	3×0,72	RM 211÷214	1500×63	3×1,08
RM 121÷114	1500×80	3×0,48	RM 221÷224	1500×80	3×0,72
RM 131÷134	1500×95	3×0,36	RM 231÷234	1500×95	3×0,54
RM 141÷144	1500×110	3×0,27	RM 241÷244	1500×110	3×0,41
RM 151÷154	1500×125	3×0,19	RM 251÷254	1500×125	3×0,29
RM 161÷164	1500×165	3×0,11	RM 261÷264	1500×165	3×0,15
RD-10	–	1,0	RD-1,5	–	1,5
RD-20	–	2,0	RD-2,5	–	2,5
RD-4	–	1,5÷2,5			

Notă. 1. *RM* se pot utiliza la pornirea și frînarea motoarelor de c.c. și c.a. pentru macarale, tracțiune, laminoare sau la reglarea vitezei motoarelor de c.c. ca rezistențe de protecție și economizare. Masa: RM 111÷164–55 kg; RM 211÷264–70 kg.

2. RD se montează în circuitul rotoric al motoarelor sincrone pentru limitarea tensiunii rotorice la pornire, stingerea accelerației cîmpului rotoric la conectare și micșorarea cuplului monoaxial la mers în asincron. Valoarea ei se alege cu relația:

$$R_d = 8 \ldots 12\, R_2,$$

unde R_2 este rezistența pe fază a circuitului rotoric, în Ω.

3.7.8. *Controlere*

Tipul-codul	U_n, V	I_n, A	N_p	con/h	$L \times l \times h$, mm	M, kg
			Controlere pentru circuite auxiliare			
CM3-6000	500	10	3+3	600	230×318×320	21,0
	110*	2,5				
CM6-6010	220*	2,0	7+7	120	390×384×345	26,0
CA6-6020	440*	0,5	–	1200	471×273×270	22,0
CS10-6069	500	10	6+6	600	180×110÷200	
	220*	1,5			×115	–
CC-456M	500	10	6+6	–	362×284×402	17,5
			Controlere pentru circuite principale			
CMA 1	500	63	5+5	120	360×346×372	19,0
CMA 2	500	63	6+6	120	336×346×372	21,0
CMA 3	500	80	6+6	120	336×346×372	22,0
CMA 4	500	100	6+6	120	336×446×372	22,0

Notă. Se utilizează la comutarea circuitelor de comandă, respectiv principale cu trepte de rezistență exterioare ale motoarelor electrice. Tipurile de rezistențe și puterile motoarelor acționate:

Tip controler	CMA 1	CMA 2	CMA 3	CMA 4
Tip rezistență	TR, SR	TR, SR	TR, ZR	ZR
P_n motor, kW	3÷16	3÷16	23÷32	45÷60

3.7.9. *Convertizoare miniatură pentru acționarea reglabilă a motoarelor de curent continuu*

Felul acționării și simbolul convertizorului	Nr. crt. al motorului acționat din § 7.4.3
1	2
Acționare nereversibilă	
ACMM 50.220.2/20-U(T)-B(C,D) ...	1; 3
ACMM 50.220.2/50-U(T)-B(C,D) ...	5
ACMM 50.380.2/20-U(T)-B(C,D) ...	2; 6; 7; 9; 35; 36; 39; 42; 45; 49; 50
ACMM 50.380.2/50-U(T)-B(C,D) ...	8; 12; 46; 48; 49; 50; 51
ACMT 50.380.6/70-U(T)-B(C,D) ...	28; 52; 53; 54; 55

1	2
Acționări în 2 sensuri de rotație prin reversarea curentului de excitație	
ACMMS 50.220.4/20-U-B(C, D) ...	1; 3
ACMMS 50.220.4/50-U-B(C, D) ...	5
ACMMS 50.380.4/20-U-B(C, D) ...	2; 6; 7; 9; 35; 36; 39; 42; 45; 49; 50
ACMMS 50.380.4/50-U-B(C, D) ...	8; 49; 46; 48; 50; 51
ACMTS 50.380.4/40-U-B(C, D) ...	52; 53; 54; 55
Acționări reversibile cu contactoare în circuitul indusului	
ACMMC 50.220.4/20-U(T)-B(C, D) ...	1; 3
ACMMC 50.220.4/50-U(T)-B(C, D) ...	5
ACMMC 50.380.4/20-U(T)-B(C, D) ...	2; 6; 7; 9; 35; 36; 39; 42; 45; 49; 50
ACMMC 50.380.4/50-U(T)-B(C, D) ...	8; 46; 48; 49; 50; 51
Acționare reversibilă cu 2 punți antiparalel și comutație de impulsuri	
ACMMI 50.220.8/20-U(T)-B(C, D) ...	1; 3
ACMMI 50.220.8/50-U(T)-B(C, D) ...	5
ACMMI 50.380.8/20-U(T)-B(C, D) ...	2; 6; 7; 9; 35; 36; 39; 42; 45; 49; 50
ACMMI 50.380.8/50-U(T)-B(C, D) ...	8; 46; 48; 49; 50; 51

Notă. 1. Simbolizare: ACM — M sau I — lipsă, I, C sau S — 50 sau 60—220 sau 380 — 2, 4, 6 sau 8 — 20; 50 sau 70 — T sau U — B, C, D sau X — N, A, T sau Z — tip, caracteristici motor. Semnificația: ACM — acționare prin convertizor miniatură; M — monofazat, T — trifazat; felul acționării: neindicat prin literă — nereversibilă (acționare într-un singur cadran din planul cuplu-turație), I — reversibilă cu comutație de impulsuri (acționare în 4 cadrane), C — reversibilă cu contactoare de sens pe indusul motorului (acționare în 4 cadrane), S — reversibilă din stare de repaos cu contactoare pe excitație (acționare în 2 cadrane); 50 sau 60 — frecvența rețelei, în Hz; 220 sau 380 — tensiunea de alimentare, în V; nr. de tiristoare: 2 — punte monofazată semicomandată, 4 — punte monofazată complet comandată, 6 — punte trifazată complet comandată, 8 — punte monofazată în montaj antiparalel cu comutație de impulsuri; curent de ieșire în A c.c.: 20 sau 50 — numai pentru acționări monofazate, 70 — nu-

mai pentru acționări trifazate; modul de obținere a reacției de turație: T — prin tahogenerator, U — prin traductor de tensiune de la bornele indusului cu compensarea în convertizor a căderii de tensiune pe rezistența circuitului rotoric; mod de livrare: B — în componente independente (fără conexiuni între ele), C — montaj pe contrapanou, D — montaj în dulap, X — cînd se solicită pe lîngă echipamentul standard și alte circuite sau altă variantă de construcție și echipare (de exemplu, mai multe acționări în același dulap); condiții de mediu, (temperatură, umiditate rela-

	Pozitia de actionare														
	Stînga							0	Dreapta						
	7	6	5	4	3	2	1		1	2	3	4	5	6	7
	Pozitia contactelor														
CD_1								X							
CS_1								X							
CD_2										X	X	X	X	X	X
CS_2	X	X	X	X	X	X									
CD_3	X	X	X	X	X						X	X	X	X	X
CS_3	X	X	X	X								X	X	X	X
CD_4	X	X	X										X	X	X
CS_4	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X
CD_5	X	X												X	X
CS_5	X														X

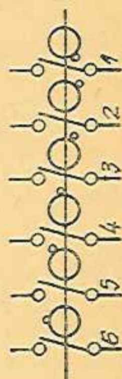
CM6 - cod 6010

	Pozitia de actionare						
	Stînga			0	Dreapta		
	3	2	1		1	2	3
	Pozitia contactelor						
CD1				X			
CS1	X	X	X		X	X	X
CD2					X	X	X
CS1	X	X	X				
CD3	X	X				X	X
CS3	X						X

CM3 - cod 6000

Codul camei	6	5	4	3	2	1	0	1	2	3	4	5	6	6	5	4	3	2	1	0	1	2	3	4	5	6
6666																										
0550																										
1122																										
3344																										
5665																										
3553																										
6006																										
6116																										
6226																										
6336																										
6446																										
6556																										
5505																										
6056																										
1201																										
1123																										
2334																										
4111																										
5511																										
0005																										
3303																										
6036																										

CS10 - cod 6060



CA6 - 6020

Fig. 3.14. Scheme și diagrame de controlere.

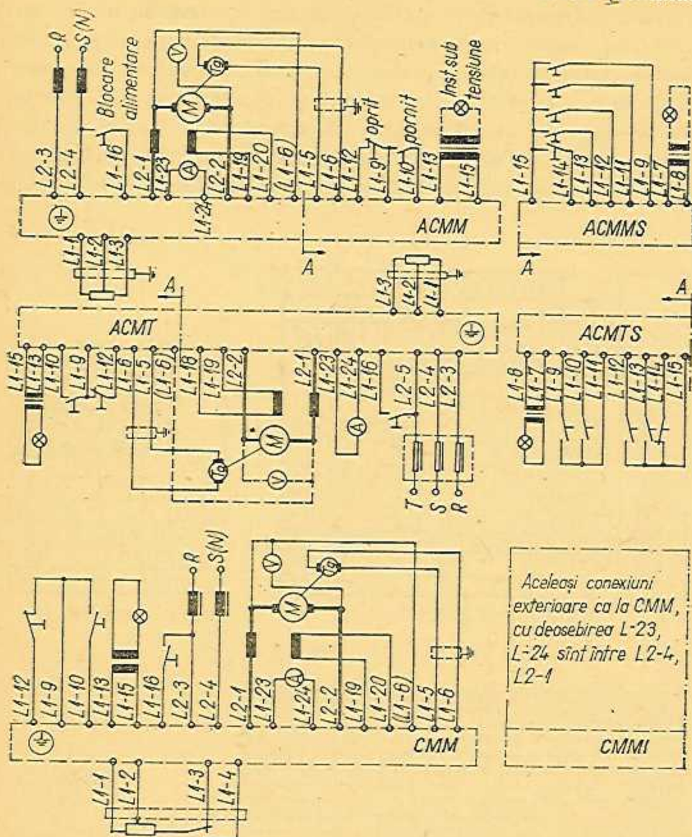


Fig. 3.15. Schemele conexiunilor exterioare ale convertizoarelor miniatură

tivă): N – (+5 ... +45)°C, 80%; A – (–10 ... +55)°C, 80% T – (–10 ... ... 55)°C, 90%; tip și caracteristici motor: cod, putere, tensiune pe indus, turație maximă.

2. Pentru acționările principale ale mașinilor-unelte cu comandă numerică, alimentarea, pornirea și reglajul turației motoarelor de c.c. MCU (§.7.4.4) se fac prin convertizoare VARET (fig. 3.21) asociate cu bobine de rețea (BRT+BR+BF) și, la cerere, cu acessorii pentru cuplare

a utilaj şi întreţinere a acţionării. Completele AP — standard livrate de ELECTROTEHNICA în acest scop (pentru utilare, numărul lor curent este menţionat corespunzător pentru fiecare motor MCU în § 7.4.4):

Nr. crt.	Cod — AP50 —	U_n, V	I_{eM}, A	VARET	BRT-	BR-
1	2	3	4	5	6	7
1(1)	35+10-A(B) .../1	380	25	IE+N+A	1/30	3,5/10
2(2)	35+10-A(B) .../1	380	35	IE+N+A	1/30	3,5/10
3(3)	135X+10-A(B) .../1	380	80	IE+N+A	0,5/60	3,5/10
4(4)	135Y+10-A(B) .../1	380	135	IE+N+A	0,27/105	3,5/10
5(5)	135W+10-A(B) .../1	380	135	IE+F+B	0,2/170	3,5/10
6(6)	135Z+10-A(B) .../1	380	150	IE+F+B	0,2/170	3,5/10
7(7)	250+10-A(B) .../1	380	250	IE+F+B	0,2/170	3,5/10
8(8)	250+20-A(B) .../1	380	250	I+E+F+C	0,1/350	1,2/20
9(9)	340+20-A(B) .../1	380	340	I+E+F+C	0,1/350	1,2/20
10(10)	430+20-A(B) .../1	380	430	I+E+F+C	0,1/350	1,2/20
11(11)	575+20-A(B) .../1	380	575	I+E+F+C	0,1/350	1,2/20

În tabel: A(B) — caracteristica de turaţie $P = f(n)$ — fig. 3.16; IE — indus-excitaţie; I — indus; N, F — răcire naturală, forţată; A, B, C — forma constructivă; U_a — tensiunea de alimentare; I_{eM} — curent maxim de ieşire. Bobinele de filtraj BF-16/30; 5/63 se aleg funcţie de motorul utilizat.

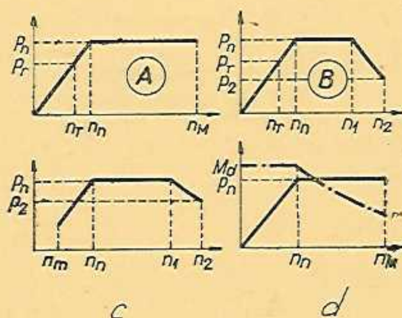


Fig. 3.16. Caracteristicile de reglarea turaţiei motoarelor MCU cu echipamente AP.

Ⓐ Ⓑ — domeniu de reglaj a turaţiei la motoarele MCU; *c* — dependenţa putere-turaţie la motoarele MCU; *d* — dependenţa putere-turaţie cerută de maşinile-unelte moderne.

3.7.10. *Convertizoare statice de frecvență pentru comanda motoarelor de curent alternativ*

Tipul	$S_n - S_s$, kVA	$I_n - I_s$, A	M, kg	Gabaritul, mm	Ventilația
CSFV 025	25–37,5	40–60	450	850×750×2100	Naturală
CSFV 050	50–75,5	80–120	500	850×750×2100	Naturală
CSFV 100	100–130	160–210	750	1550×750×2100	N + forțată
CSFV 160	160–210	256–340	800	1550×750×2100	N + forțată
CSFV 200	200–260	320–420	950	1540×750×2100	N + forțată
CSFV 270	270–350	432–570	1000	1550×750×2100	N + forțată

Notă. 1. Caracteristici tehnice generale: $U_a = 3\times380$ V, 50 Hz; $U_e = 3\times(35\div360)$ V_{ef}, $5\div200$ Hz; $\eta \geqslant 0{,}95$ la P_n, 50 Hz și $\cos\varphi = 1$; $\cos\varphi$ inductiv – $0\div1$; utilizare – v. § 11.2.1.

2. În fig. 3.22: Sa – sursă auxiliară; SA – sursă alimentare; CCTF – redresor comandat; FI – filtru intermediar; IT – invertor trifazat; SCCFF – sertar comandă (U – canal reglare tensiune, f – canal reglare frecvență, C – circuite comune).

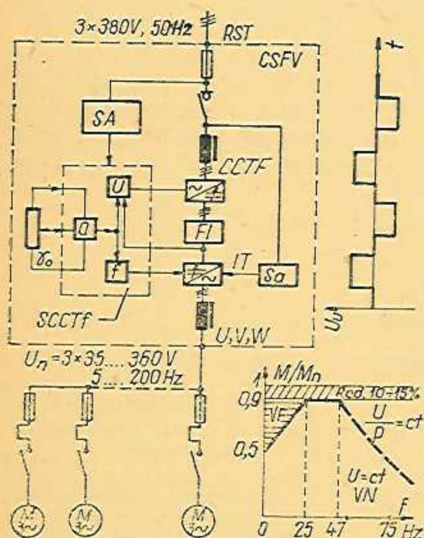


Fig. 3.17 Schema bloc a CSFV și caracteristici de utilizare a convertizoarelor (v. § 3.7.10 – nota 2).

8.8. Aparate de comutație și protecție în construcție antiexplozivă

Codul	U_n, V c.a./c.a.*	I_n, A c.a./c.c.*	f_c/R_{ue} c/h/c	DA, %	Echipare (nota 2)	Protecția
1	2	3	4	5	6	7
Cutie cu comutatoare și controlere						IPW54+
7025	36/36*	10/10*	$30/10^5$	100	1+5	Ex.d.II.T5
7030	380/36*	16/10*	$30/10^5$	100	1+6	Ex.e.II.T5
7030A	380/36*	16/10*	$30/10^5$	100	2+6	Ex.e.II.T5
2293	42/48*	6/6*	$600/10^6$	40	3+4	Ex.d.IIC.T5
Prize, fișe și cuple						Ex.d.IIC.T5+
7060A	250	16	30/5000	100	1+4+5+8	IP31
7075A	380	16	30/5000	100	1+4+5+9	IP31
7050A	250	16	30/5000	100	1+3÷6	IP31
7065A	380	16	30/5000	100	1+3÷5+11	IP31
7055A	250	16	30/5000	100	1+4+5+7	IP31
7070A	380	16	30/5000	100	1+4+5+10	IP31
7066	380	63	15/2000	100	2+3+4+13	IP44
7071	380	63	15/2000	100	2+3+4+12	IP44
Ex101	250	16	30/5000	100	1+2÷7+14	IP33
Ex102	380	16	30/5000	100	1+4+5+10+11+14	IP33
1661	380	25	30/1000	100	14÷18	Ex.d.I+IP32
1670	380	25	30/5000	100	14+19+20	Ex.d.I+IP54
1671	380	25	30/5000	100	14+19+20	Ex.d.I+IP54

1	2	3	4	5	6	7
Cutii cu contactoare de putere și relee sau cu întreruptoare automate						
7045	380	16	$30/12\cdot10^4$	100	1+3+4	IP54+ Ex.d.IIB.T5
2190	380	63	$30/12\cdot10^4$	100	1+2	Ex.d.IIB.T5
3805	500	25	$120/25\cdot10^4$	100	1÷8	Ex.d.I+IP43
3812	500	63	$120/25\cdot10^4$	100	1÷8	Ex.d.I+IP43
3832	500	2×63	$120/25\cdot10^4$	100	1÷8	Ex.d.I+IP43
3835	500	125	$120/25\cdot10$	100	1÷8	Ex.d.I+IP43
3850	500	400	$120/10^5$	100	1÷8	Ex.d.I+IP43
3851	500	400	$120/10^5$	100	1÷8	Ex.d.I+IP43

Notă. 1. Simbolizarea din capul tabloului: f_c/R_{ue} – frecvența de conectare, c/h/rezistența la uzură electrică, c.

2. Echiparea cutiilor. Cutii cu comutatoare și controlere: 1 – carcasă din siluminiu; 2 – idem, masă plastică; 3 – idem, din tablă sudată; 4 – controler de comandă cu 3 poziții; 5 – comutator pachet tripolar; 6 – întreruptor pachet tripolar. Prize, fișe și cuple: 1 – carcasă de protecție; 2 – carcasă de alamă turnată; 3 – cutie de conexiuni; 4 – bloc-contacte cu întreruptor; 5 – idem, cu borne de legături; 6 – priză bipolară; 7 – fișă bipolară; 8 – cuplă bipolară; 9 – cuplă tripolară; 10 – fișă tripolară 16 A; 11 – priză tripolară 16 A; 12 – fișă tripolară 63 A; 13 – priză tripolară 63 A; 14 – introducătoare de cabluri; 15 – carcasă din tablă de oțel sudată; 16 – capac din siluminiu; 17 – fișă și priză tripolară cu contact de punere la pămînt; 18 – inversor tripolar; 19 – carcasă din bronz turnată; 20 – ca 17 plus 2 contacte auxiliare pentru circuite de comandă. Cutii cu contactoare de putere și relee sau cu întreruptoare automate: 1 – carcasă; 2 – casă de borne cu introducătoare de cablu; 3 – separator; 4 – contactor 25÷125 A sau întreruptor automat 400 A (cod 3850 – pentru motoare, cod 3851 – pentru linii); 5 – casetă de comandă; 6 – bloc de relee termice (I_r – v. § 3.4.3); 7 – bloc de relee electromagnetice; 8 – transformator pentru alimentarea circuitelor de comandă.

4. APARATE ELECTRICE DE ACȚIONARE, AUTOMATIZARE, MĂSURĂTORI ȘI CONTROL

4.1. Aparate pentru acționări și automatizări electrice

4.1.1. *Aparate de comandă manuală*

Denumirea aparatului	Codul	CA ni+nd	Gabaritul, mm
1	2	3	4
Butoane, selectoare și manipulatoare — I.A.E.I. Titu			
Buton comandă simplu	650	2+2	46×41×79
Buton comandă simplu	650A	4+4	46×55,5×115
Buton ciupercă	651	2+2	46×41×92
Buton ciupercă	651A	4+4	46×55,5×128
Buton ciupercă cu reținere	652	2+2	46×41×92
	652A	4+4	46×55,5×128
Buton cu lampă	653	2+2	46×41×89
Buton cu lampă	653A	4+4	46×55,5×184
Buton ciupercă cu lampă	665	2+2	46×41×92
	665A	4+4	46×55,5×128
Buton cu lampă și transformator	669	2+2	52×51×145
	669A	4+4	52×51×180
Buton ciupercă cu lampă și transformator	670	2+2	52×51×156
	670A	4+4	52×51×191

1		2	3	4
Buton comandă BF 6		587	1+1	48×48×69
Buton de comandă BDAD		586	1+1	65×51×38
Selector cu 2;3 poziții		645	2+2	46×41×100
(6 variante 0÷5)		654A	4+4	46×55,5×135
Selector cu cheie cu		663	2+2	46×41×109
2; 3 poziții (idem)		663A	4+4	46×55,5×145
Selector cu buton cu 2 poziții		660	2+2	46×41×100
(4 var. 1÷4)		660A	4+4	46×55,5×135
Selector cu buton cu 3 poziții		661	2+2	46×41×100
		661A	4+4	46×55,5×135
Manipulator	reținute	613	—	octogon;
cu 4 dir.	nereținute	614	—	64×126
Idem și blocare	reținute	611	—	octogon;
pe 0	nereținute	612	—	64×126
Întreruptor I4-MRI		598	1+1	45×45×72
Comutator prin apăsare		595	0+3	⌀56×59

Aparate de comandă — ELECTROCONTACT — Botoșani

Cheie de comandă C10	fără LS	1188	6p, 6e	50×50×110
(variante A, B, C):	cu LS	1189	6p, 6e	50×50×186
Cheie de comandă C16	fără LS	1181	6p, 6e	66×66×163
(variante A, B, C):	cu LS	1187	6p, 6e	66×66×240
Cutie cu butoane pentru	2	2840	2(1+1)	220×100×105
montaj fix pe utilaje	4	2842	4(1+1)	320×100×105
(contactele butoanelor	6	2844	6(1+1)	445×100×105
se conectează după	8	2846	8(1+1)	540×100×105
necesități); nr. de	10	2848	10(1+1)	670×100×105
posturi:	12	2850	12(1+1)	445×200×105

1		2	3	4
Cutie cu butoane pentru montaj suspendat (contactele butoanelor se conectează după necesități); nr. de posturi:	2	2841	2(1+1)	356×100×105
	4	2843	4(1+1)	456×100×105
	6	2845	6(1+1)	576×100×105
	8	2847	8(1+1)	676×100×105
	10	2849	10(1+1)	795×100×105
	12	2851	12(1+1)	576×200×105

Notă. 1. Aparatele IAEI — Titu: U_n/I_n, V/A c.a. (cos φ = 1) — 500/1; 380/2; 220/3,5; 127/4; 48 (42)/6; 24/10; U_n/I_n, V/A c.c. (L/R=0)—440/0,2; 220/1; 110/2; 48/3; 24/4; rezistența la uzură electrică: butoane— 1 200 000 manevre (excepție 652, 652A — 10 000), selectoare 100 000; frecvența de conectare 600 con/h; grad protecție — IP32 (excepție cod 650, 653-IP54); secțiunea conductoarelor de legătură — 1÷2,5 mm².

Variantele codurilor 654, 654A, 663, 663A: cu 2 poziții, 0 — reținute, 1 — cu revenire; cu 3 poziții, 2 — reținute, 3 — cu revenire; cu 3 poziții, 4 — reținute, 5 — cu revenire.

2. Cheile de comandă se utilizează la acționarea separatoarelor și întreruptoarelor de medie și înaltă tensiune. Caracteristici tehnice: U_n — 500 V, R_{ue} — 10 000 manevre; f_c — 800 con/h; DA — 100%; I_n — 1,5 A la 380 V, 2,5 A la 220 V, 4 A la 110 V.

3. Cutiile cu butoane de comandă au caracteristicile electrice din nota 1. Grad de protecție — IP54.

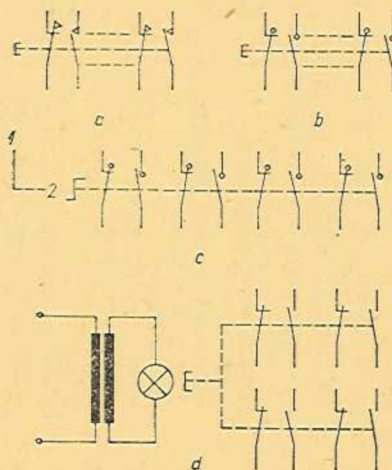


Fig. 4.1. Exemple de aparate de comandă manuală:

a — buton de comandă cu revenire (numărul de contacte, conform coloanei 3); *b* — idem, cu reținere; *c* — selector cu 2 poziții cu reținere; *d* — buton cu lampă de semnalizare cu transformator.

4.1.2. *Microîntreruptoare*

Tipul aparatului	Definirea aparatului				
1	2				
Microîntreruptoare tip CM (1nd + 1ni – comutator)	Gr.	Cod aparat cu borne: *a*	*b*	*c*	F_n, daN / c_n, mm
Fără elemente cinematice (fără tijă sau braț)	1	3300	3301	3302	0,270/0,4
	1	3303	3304	3305	0,090/1,0
	1	6951	—	—	0,100/1,1
	1	—	—	3324	0,360/0,5
	2	3350	3351	3352	0,250/0,4
	2	3353	3354	3355	0,080/1,0
Cu elemente cinematice:					
– tijă telescopică, bucșă filet	1	3306	3307	3308	0,270/0,4
– braț și șurub reglaj	1	3309	3310	3311	0,250/2,4
– braț scurt rolă acționare inversă	1	3312	3313	3314	0,370/1,6
– braț lung rolă acționare inversă	1	3315	3316	3317	0,220/3,8
– tijă telescopică cu rolă	1	3318	3319	3320	0,350/0,4
– idem, rolă perpendiculară	1	3321	3322	3323	0,350/0,4
– braț flexibil	1	—	—	3325	0,150/3,0
– braț foarte scurt acționare	1	3326	—	—	0,090/4,3
cu rolă și șurub	1	—	5594	—	0,027/3,3
– braț flexibil	2	3356	3357	3358	0,150/3,0
– braț flexibil cu rolă	2	3359	3360	3361	0,150/3,0
– tijă telescopică	2	3362	3363	3364	0,250/0,4
– idem, cu bucșă lisă	2	3365	3366	3367	0,250/0,4
– braț articulat	2	3368	3369	3370	0,010/6,0
– sîrmă articulată	2	3371	3372	3373	0,005/15
– braț scurt articulat și rolă	2	3374	3375	3376	0,015/4,5

1	2					
– braț lung articulat și rolă	2	3377	3378	3379		0,012/5,8
– braț f. scurt articulat și rolă	2	3380	3381	3382		0,028/2,4
– acționare în ambele sensuri	2	3383	3384	3385		0,150/3,0
Microîntreruptoare tip **AM** (1nd + 1ni – comutator)	Gr.	Cod aparat cu borne: *a*	*d*	*e*		F_n, daN / c_n, mm
Simplu (fără elemente cinematice)	4	3420	3421	3422		0,280/0,9
	5	3450	3451	3452		0,120/1,0
Cu braț și rolă	4	3427	3428	3429		0,280/0,9
Cu braț și rolă	5	3456	3457	3458		0,120/1,0
Cu braț articulat	4	3453	3454	3455		0,045/6,0
Cu braț articulat și rolă	4	3424	3425	3426		0,100/3,0
Cu tijă telescopică	4	3430	3431	–		0,420/1,6
Microîntreruptoare tip **H** (1nd + 1ni – comutator)	Gr.	Cod aparat cu borne: *a*	*f*	*g*	*h*	F_n, daN / c_n, mm
Fără elemente cinematice (fără tijă și braț)	3	5978	5980	5982	5984	0,110/0,4
	3	5979	5981	5983	5985	0,060/0,4
Cu elemente cinematice:	Gr.	Cod	F_n, daN/c_n, mm	Cod		F_n, daN/c_n, mm
– braț scurt	3	5986	0,125/2,0	5993		0,085/2,0
– braț lung	3	5987	0,100/4,0	5994		0,075/4,5
– braț flexibil lung și rolă	3	5988	0,125/2,0	5995		0,085/2,0

1	2				
— braț flexibil lung și rolă	3	5989	0,100/4,0	5996	0,075/4,5
— dublu braț flexibil	3	5990	0,280/2,5	5997	0,200/2,5
— idem, plus rolă	3	5991	0,280/2,5	5998	0,200/2,5
— pt. tastatură alfanumerică	3	5961	0,060/3,0	—	—
— braț articulat var. A	3	5992	0,050/0,8	5999	0,030/0,8
— braț articulat var. B	3	5992	0,030/1,5	5999	0,020/1,5
— braț articulat var. C	3	5992	0,017/2,6	5999	0,014/2,6
— idem, plus rolă var. A	3	5962	0,050/0,8	5963	0,030/0,8
— idem, varianta B	3	5962	0,030/1,5	5963	0,020/1,5
— idem, varianta C	3	5962	0,017/2,6	5963	0,014/2,6
Microîntreruptoare tip **CM** *duble* (2nd+2ni — comutator)	Gr.	Cod	F_n, daN/c_n, mm		
Cu tijă telescopică					
Cu braț articulat invers	1	3327	0,150/1,3		
Idem, plus rolă	1	3328	0,190/2,0		
Cu braț articulat direct	1	3329	0,190/2,0		
Idem, plus rolă	1	3330	0,080/2,2		
	1	3331	0,080/2,2		
Microîntreruptoare tip KM (1nd+1ni — comutator)	Gr.	Cod	F_n, daN/c_n, mm		
Simplu tip KM 11 var. A	5	6960	240 ... 450		
Simplu tip KM 12 var. B	5	6960	0,7 ... 350		
Cu braț și rolă KM 11 var. A	5	6961	190 ... 350		
Cu braț și rolă KM 12 var. B	5	6961	1,0 ... 1,5		

Borne: *a* — cu șurub; *b* — cose simple; *c* — cose îndoite; *d* — cose lungi; *e* — cose scurte; *f* — furcă; *g* — radio; *h* — lungi.

Producție: microîntreruptoarele capsulate și blocurile cu microîntreruptoare — ELECTROCONTACT — Botoșani; restul — ELECTROAPARATAJ — București.

1				2
Idem, plus șurub KM 11 var. A	5	6962	95 ... 250	U/I, V/A: Gr. 1 — 380/6; 250/15; 127/15 c.a.; 250/ /0,35; 125/0,7 c.c.; Gr. 2 — 380/6; 250/10; 127/15; Gr. 3 — 220/2; 125/5 c.a.; 48/1 c.c.; Gr. 4 — 380, 250, 127/10 c.a.; Gr. 5 — 380/6; 250/8 c.a.
Idem, KM 12 varianta B	5	6962	2,0 ... 3,0	
Cu bilă tip KM 11 var. A	5	6963	240 ... 450	
Cu bilă tip KM 12 var. B	5	6963	1,0 ... 1,5	
Cu tijă pătrunsă KM 11 var. A	5	6964	240 ... 450	
Cu tijă pătrunsă KM 12 var. B	5	6964	0,7 ... 1,2	
Bloc cu microîntreruptoare		Cod	F_n, daN/c_n, mm	
Cu pas de 16 mm (conexiunile, după schemă) numărul de microîntreruptoare pe bloc:	2	6218	1,5/2	
	2	6218A	1,5/2	
	4	6220	1,5/2	
	6	6222	1,5/2	
	8	6224	1,5/2	
Cu pas de 12 mm (idem) numărul de microîntreruptoare pe bloc:	4	6221	1,5/2	
	6	6223	1,5/2	
	8	6225	1,5/2	
Cu pas de 8 mm (idem), numărul de microîntreruptoare pe bloc:	4	6226	1,4/0,3÷0,8	
	6	6227	1,4/0,3÷0,8	
	8	6228	1,4/0,3÷0,8	

Notă. 1. ELECTROCONTACT produce și microîntreruptoare capsulate: IP64 — tip CM cu tijă FF — 6131, FL-6132; IP65 — tip CM cu rolă FF-6136, FL-6137; IP54 — tip H: cu tachet — 6138, cu tijă cap sferic — 6138S, cu tijă și rolă — 6138R; tip C — cu tijă și rolă axială — 6120 (cu cosă) și 6120R (cu șurub), cu tijă și rolă perpendiculară — 6211 (cu cosă) și 6211A (cu șurub); tip A — cu tijă telescopică scurtă — 6212, idem, lungă — 6212A, cu tijă telescopică scurtă și cap sferic — 6212B.

2. Simbolizare: F_n — forța nominală de acționare cu aproximație de ±40%; c_n — cursa nominală de acționare cu aproximație de ±50%.

4.1.3. *Limitatoare*

Specificație	Cod	U_n,V	I_n, A	Protec.	CA	Gabarit, mm
1	2	3	4	5	6	7
Limitatoare de cursă capsulate – ELECTROCONTACT						
Cu translație	4463	500	6	IP32	1+1	157×90×52
Cu translație	4464	500	6	IP32	1+1	142×90×52
Cu rotație	4471	380	25	IP54	−4	396×222×233
Cu rotație	4472	380	63	IP54	−4	396×222×233
Cu rotație	4474	380	100	IP54	−4	396×222×233
Cu șurub	4475	380	6	IP54		348×100×100
Cu pîrghie tip furcă: 2 poli	4481A	500	6	IP54	1+1	220×265×255
Cu pîrghie tip furcă: 1 pol	4482A	500	6	IP54	2+2	220×265×255
Cu braț și rolă	4485	380	63	IP54	−4	240×410×236
Cu braț și rolă	4486	380	100	IP54	−4	240×410×236
Pt. mașini unelte	6102	380	4	IP43	1+1	112×100×45
De mers în gol	6122	48	4	IP65	1+1	52×11×95
Tip CS2	7405	500	10	IP66		124×40×40
Tip C2	7406	500	10	IP66		114×40×40
Tip C3D	7407	500	10	IP66		141×65×40
Tip C3I	7408	500	10	IP66		141×65×40
Tip CS2R	7410	500	10	IP66		129×40×40
Tip C2R	7411	500	10	IP66		120×40×40
Tip C3DR	7412	500	10	IP66		147×65×40
Tip C3IR	7413	500	10	IP66		147×65×40
Tip CS2R	7415	500	10	IP66		146×40×40
Tip C2B	7416	500	10	IP66		136×40×40
Tip C3DB	7417	500	10	IP66		160×65×40
Tip C3IB	7418	500	10	IP66		153×65×40
Tip CS2-FB2	7420	500	10	IP66		207×40×40
Tip C2-FB2	7421	500	10	IP66		198×40×40
Tip CS2-FB1	7425	500	10	IP66		160×40×40
Tip C2-FB1	7426	500	10	IP66		152×55×40
Tip C3D-FB1	7427	500	10	IP66		187×65×40
Tip C3I-FB1	7428	500	10	IP66		187×65×40
Tip CS2-FB4	7432	500	10	IP66		180×40×40
Tip CS2-GB4	7435	500	10	IP66		161×40×40
Tip C2-GB4	7436	500	10	IP66		151×60×40
Tip CS2-GB5	7440	500	10	IP66		150×40×40
Tip CS2-FB3	7430	500	10	IP66		200×40×40
Tip C2-FB3	7431	500	10	IP66		190×40×40
Limitatoare de cursă necapsulate – ELECTROCONTACT						
Tip NS2	7400	500	10	IP00		60×30×26
Tip N2	7401	500	10	IP00		60×30×26
Tip N3D	7402	500	10	IP00		87×30×26

1	2	3	4	5	6	7
Tip N3I	7403	500	10	IP00		87×30×26
Tip N2R	7404	500	10	IP00		83×62×13
Tip N1RI	7404A	500	10	IP00		83×62×15
Tip N1RD	7404B	500	10	IP00		83×62×15
Limitatoare de mers în gol cu temporizare – IEAB						
Tip LMGT	7447	24	1,5	Temporizare:		52×80×103
Tip LMGT	7447A	220	1,5	30÷120÷300		52×80×103
Tip LMGR	7445	220; 380	63	30		330×250×170

Notă. Limitatoarele LMGT – pentru mașini unelte și *lmgr* – pentru redresoare de sudură se reglează în limitele de temporizare menționate. Tensiunea dată este cea de alimentarea aparatului.

4.1.4. *Electromagneți de acționare*

Cod	F_n, daN / c_n, mm	Acționare / Poz. func.	U_n, V	f_c, c/h / DA,%	Gabarit, mm
1	2	3	4	5	6
Electromagneți de c.a. (U_n = 24, 48, 110, 220, 380, 500 V)					
6490	3/8	t+î/o	220	600/40	64×75×104
6500B	1,5/10	î/0	500	1200/100	70×80×70
6502	1,5/5	î/v	500	1200/100	70×74×68
6503	2,5/12	t+î/o	500	1200/100	64×93×96
6505	5/10	t/v	500	1200/100	89×114×125
6505A[2]/	3,5/10	t/v	500	1200/100	89×114×125
6307	5/10	t; î/v	500	1200/100	89×114×125
6510A	5/25	t/v	500	1200/100	104×112×143
6515	5/25	î/v	500	1200/100	114×114×172
6545	0,1/15	t/v	220	120/40	⌀100×128×151
6550[3]/	3/25	t/v	220	300/100	114×163×250
6553[3]/	16/40	t/v	220	120/15	140×190×358
6560	1,3/15	t/v	500	1200/100	53×73×113
6561	2,7/15	t/v	500	1200/100	55×58×139
6562	7,5/35	t/v	500	600/100	85×138×231
6563	10/40	t/v	500	300/60	102×140×225
Electromagneți de c.c. (U_n = 24, 48, 60, 110, 220 V)					
6520	5/25	t/v	220	1200/100	⌀106×218
6525	1,5/10	î/o	24	1200/10	50×60×119

1	2	3	4	5	6
6531	6/5	î/v—o	24	1200/60	73×73×116
6535	30/2	t/v	220	3600/100	ø 140×234
6551	9/30	t/v	220	1200/100	130×130×310
6552	16/40	t/v	220	120/15	140×140×358
6555	0,4/5	î/v—o	220	3600/100	58×86×91
6556	0,4/5	î/v—o	220	3600/100	68×93×98
Electromagneți capsulați pentru distribuție hidraulică					
6512	5/5		500	3600/100	70×81×90
6504	3,2/2,5		500	3600/100	45×100×79
6526	6/5	-	60	3600/100	70×80×98
6538	4/2,5		60	3600/100	45×85×79

Notă. 1. Simbolizări și abrevieri: F_n – forța nominală de acționare; c_n — cursa nominală de acționare; t — tragere; î — împingere; o — poziție de funcționare orizontală; v — idem, verticală.

2. Se montează numai în incinte etanșe.

3. Sînt echipate cu redresor pentru alimentare de la rețea de curent alternativ.

4. Electromagneții capsulați cod 6512 și 6526 sînt cu legături libere; restul, cu fișă și cuplă.

5. Producție ELECTROAPARATAJ – București.

4.1.5. *Relee uzuale*

Relee intermediare – Intreprinderea de relee Mediaș:

• *RI 8*, variante: *RS 7144* și *RS 7169—F*, *RS 72009—D*; U_a — 12, 24, 36, 48, 60, 110 V c.c., P_a = 3 W: *contacte* 1÷3 nî, nd sau c, simple sau întărite, în 4 grupe de combinații: A_1 — o grupă de contacte simple, A_2 — o grupă de contacte întărite, B_1 — două grupe de contacte simple văzute din partea frontală; B_2 — idem, întărite; B_3 — idem, mixte; I_{nc}, A c.c./c.a.: contacte simple sarcină inductivă — 0,5/1,25, rezistivă — 1/2,5, contacte întărite sarcină inductivă — 1,5/2,5, rezistivă — 3/5; R_{ue} = 10^7 manevre; *G* — 38,5 × 27,5 × 92,5 mm — D, 44 × 19,5 × × 51 mm — F; *M* — 130 g releu + 30 g priză — D, 70 g—F;

• *RI 9*, variante: pentru c.a. — *RS 72046 — F*, *RS 72078 — D*; pentru c.c. — *RS 71055 — F*, *RS 72010 — D*;

$U_a = 12, 24, 36, 48, 60, 110, 170, 220/12, 24, 42, 60, 110,$ 220 V c.c./c.a.; $P_a = 4{,}5$ W; contacte 1÷2 nî, nd sau c, simple sau întărite, în 2 grupe de combinații: C_1 — o grupă de contacte întărite, C_2 — două grupe de contacte întărite văzute din partea frontală; I_{nc}, R_{ue} — ca la RI 8; G — 26 × × 60 × 60 mm — F, 30 × 64 × 105,5 mm — D; M — 220 g releu + 50 g priză — D, 150 g — F;

• *RI 10 — RS 71810*, variante: *A* — simplu, *B* — cu indicator de poziție, *C* — cu indicator de funcționare cu remanență; tip fișă; U_a — 24, 48, 60, 110, 220 V c.c.; $P_a = 3$ W; contacte 4 c (în execuție navală, 2c); $I_t = 10$ A, $I_R = 0{,}2/1$ A c.c./c.a.; $f_c = 1\,200$ man/h; $R_{ue} = 250\,000$ manevre; G — 70 × 58 × 103 mm; M — 350 g releu + 200 g priză;

• *RI 11 — RS 71811*, variante: *A, B, C* — v. RI 10; U_a=24, 48, 100, 110, 220 V c.a.; $S_a = 6$ VA; contacte — v. RI 10; G — 70 × 61 × 103 mm; M — 350 g releu + 200 g priză.

• *RI 12 — RS 72006* (pe regulatoare MR-192, LR-192); $U_n = 24$ V c.c.; $P_a = 1$ W; contacte — 1c, $I_{nc} = 4$ A; $f_c = 400$ man/h; $R_{ue} = 2\,000\,000$ manevre; G — 68 ×r2 × × 25 mm; M — 150 g;

• *RI 13 — RS 72500*, variante: pentru c.c., *A* — execuție normală, *AT* — pentru temperaturi ridicate, *AT2* — cu sarcină de 10 A pe contacte, *AS2* — pentru instalații energetice cu 2c, *AS3* — idem, cu 3c, *A1* — de intensitate, execuție navală; pentru c.a., *B, BT, BT2, BS2, B1* — similar ca pentru c.c.; U_a — 24, 48, 110, 220/6, 12, 48, 60, 110, 220 V c.a./c.c.; S_a — 3 W c.c., 3,4 VA c.a.; contacte: A(B)1 — 2c, rest — 3 c; G — 35 × 35 × 75 mm; M — 150 g releu + 75 g priză; alte date:

Varianta	A(B)S2	A, B, A(B)T, A(B)1	A(B)T2
I_{nc}, A	3	6	10
R_{ue} / f_c, c / c/h	50 000/3 600	1 000 000/1 200	250 000/1 200

• *RI 14 — RS 72510*, variante: *A, AT* — cu 2c pentru temperaturi normale, înalte, *B, BT* — cu 4c idem; debroșabil, de tip tot sau nimic; cod U_a, V c.c.: *1* — 24; *2* — 48,

3 — 110, 4 — 220, 5 — 60; I_{nc} = 0,2/2A c.c./c.a.; R_{uc} = 100 000 manevre; f_c = 1 200 man/h; G — 34 × 64 × × 105,5 mm; M — 270 g releu + 50 g priză;

• *RI 17 — RS 72778*, variante: *A*, *B* — 2c, respectiv 4c, repartizate în 2 grupe de contacte; cod U_a, V c.c.: 1 — 24, 2 — 48, 3 — 110, 4 — 220, 5 — 12, 6 — 60; P_a = 4,5 W; I_{nc} = 3,15 A; R_{uc} = 10^6 manevre; f_c = 1 200 man/h; G — 26 × 67 × 60 mm; M — 150 g.

• *RI 21 — RS 73354*, variante: *A* — pentru c.c., *B* — pentru c.a.; debroşabil; U_a — 12, 24, 110, 220/12, 24, 48, 60, 100, 110, 220 V c.c./c.a.; contacte — 5c; I_{nc}, A — 2/220 V cos φ = 0,7, 0,5/220 V — cos φ = 0,4, 0,05/220 V — L/R = 15 ms; P_a = 3,5 W c.c., 5 VA c.a.; G — 38 × 47 × × 71 mm; M — 200 g releu + 60 g priză;

• *RI 28:* de tip **tot sau nimic**; debroşabil, montaj aparent; U_n — 12, 24, 48, 60, 110, 220/12, 24, 42, 60, 110, 128, 220 V c.c./c.a.; P_a — 5,5 W, 7,5 VA; contacte 2c, 3c, 4c; I_{nc} = 6,3 A; t_i, t_d — 30 ms; P_R — 1 500 VA — cos φ = 1, 660 VA — cos φ = 0,4, 150 W — L/R = 0, 75 W — L/R = = 40 ms; f_c = 1 200 man/h; G — 24 × 52 × 72 — 2c, 3c, 32 × 52 × 72 — 4c;

• *RI 33 — RS 74650*, variante: *A* — montaj fix, *B* — debroşabil; U_a — 6, 12, 24, 48, 110, 220/24, 48, 110, 220, 380 V c.c./c.a.; G — 38 × 73, 8 × 35 mm — A, 88 × 55 × 35 mm — B; M — 100 g — A, 100 g releu + 90 g priză; contacte:

Poziţie	lnd	2nd	3nd	1c	2c	3c
U_M, V	220 c.c. sau 220 c.a.					
I_M, A	16	16	10	16	16	10
I_{Mt}, A	60	60	40	60	60	40
P_R-AC11, VA	2200	2200	1500	2200	2200	1500
P_R-DC11, W	66	66	44	66	66	44

• *RIB 1 — RS 73372* (bistabil mecanic; în circuitele de impulsuri şi de memorie); debroşabil; U_a — 6, 12, 24, 60, 90, 110, 220/24, 48, 110, 220V c.c./c.a.; contacte — 2 × 3c; I_{nc} = 6A; f_c = 1 200 man/h; G — 88 × 38 × 75 mm; M — 275 g releu + 55 sau 200 g priză.

Relee de timp:

• *RTpa 5 — RS 71806* (IR-Mediaș), variante: *A* — 1nd cu temporizare la închidere + 1c instantaneu, *B* — 1nd, idem + 1nd glisant cu temporizare la închidere + 1c instantaneu; U_a = 24, 48, 60, 110, 220 V c.c.; P_a = 15 W (30 W la anclanșare); I_{nc} — 5/3 A — temporizat/instantaneu; R_{ue} = 5 000 manevre; *G* — 90 × 114 × 145 mm; *M* — 1,32 kg releu + 0,5 kg priză (este debroșabil);

• *RTp 7* — montaj aparent, *RTp 71* — montaj îngropat; variante: U_n = 24, 110, 220 V c.a.; S_a — 20 VA la anclanșare, 10 VA în regim permanent; I_{nc} = 6 A, R_{ue} = = 10 000 manevre; f_c = 20 man/h; *G* — 84 × 130 × 170 mm;

Tipul — codul	Felul temporizării	Contacte
RTpa 7 — RS 71868 RTpa 71 — RS 73167	Cu temporizare la anclanșare	4c: 1t+3i, 2t+2i; 3t+1i, 4t
RTpr 7 — RS 72300 RTpr 71 — RS 73168	Cu temporizare la revenire	3c: A—1t+2i, B—2t+1i; C—3t

• *RTp 8*: U_a — 24, 110, 220 V c.a.; contacte — 1ci + 1c; I_{nc} = 5 A; P_R — 30 W — 220 V; t_i — 40 ms, t_d — 50 ms; temporizare: *A* — 0,12÷3 s, *B* — 0,5÷12 s; *C* — 5÷120 s; 0,5÷12 min, *E* — 5÷120 min, 0,5÷12 h; variante constructive: *G* — 53 × 70 × 115 mm — RTp 8, 60 × 75 × 125 mm — RTp 81; 81; *M* — 600 g — RTp 8, 900 g releu + 400 g priză — RTp 81, 82;

Tipul	RTpa 8	RTpr 8	RTpa 81	RTpr 81	RTpa 82	RTpr 82
Cod	RS 73730	RS 73812	RS 73814	RS 73815	RS 73816	RS 73817
Montaj	A—F	A—F	A—D	A—D	I—D	I—D

• *RTL1* — Releu de timp lung — ICEMENERG (în schemele de comandă și automatizări pentru funcționare intermitentă, unde se cer temporizări variabile ale perioadei de lucru și de pauză): U_a = 220 V; t_r — 15 min ÷ 2 h în 9 trepte, independent atît pentru lucru cît și pentru pauză; ieșire prin releu RI8 cu c; *M* = 1,5 kg;

• *RLT21; 22*: U_a = 220 V; t_r — 6÷10 min — RTL21, 12÷20 min — RTL22; *G* — 80 × 186 × 166 mm; *M* = 1,5kg;

Relee de pîlpîire — ICEMENERG:

• *RP6a* — Releu de pîlpîire tranzistorizat (pentru alimentarea cu impulsuri a baretei de pîlpîire pentru semnalizarea necorespunzătondenței dintre poziția elementului de comandă și a elementului comandat): $U_a = 24$; 48 V c.c.; $P_a = 40$ W (sarcină din becuri incandescente); f_p — 1, 2, 8 Hz ± 20%; G — 80 × 186 × 143 mm; $M = 1$ kg.

• *RP7a* — Releu de pîlpîire (utilizare — v. RP6a): $U_a = 110$; 220 V c.c., c.a.; P_a — 15 W/110 V, 25 W/220 V; f_c — 1,5÷2,5 impulsuri/s; G — 80 × 186 × 143 mm; $M = 2$ kg;

• *RPPS411* — 24 V, „—" pîlpîitor, *RPPS412* — 24 V „+" pîlpîitor — Releu de pîlpîire cu protecție la scurtcircuit (utilizare, ca RP6a+semnalizare de poziție); $U_a = 24$; 48 V c.c.; $I_M = 5/3$A la 24/48 V; $f_p = 0,5÷2,5$ Hz ± 20%; G — 150 × 132 × 296 mm; $M = 4,5$ kg;

Relee de semnalizare:

• *RSE — RS 72250* — IR-Mediaș; variante: *1* — de curent sau de tensiune de lucru, *2* — idem, de repaos, *A* — debroșabil în montaj aparent, *B* — fix în montaj îngropat, *C* — debroșabil în montaj în cutie (exemplu de simbolizare: *RSE A2 — RS 72250A2*); $U_n = 24$, 48, 60, 110, 220 V, c.c.; $I_n = 0,01$—0,015—0,025—0,075—0,1——0,25—0,5 — 1 A c.c. — toate variantele, în plus 1,5—2,5——5—7,5—10 A c.c. — *A1, B1, C1*; P_a — 1,5 W la U_n, 0,75 W la I_n; $DA = 100\%$; contacte — 2c; $I_{nc} = 6$ A; $R_{ue} = 50\,000$ manevre; $f_c = 600$ man/h; G — 50 × 80 × × 160 mm — A1, A2, 53 × 74 × 170 mm — B1; B2; variante: *de construcție* — *I* (îngropat), RS 74000, RS74207, RS 74208, *A* (aparent) — RS 74209, RS 74210, RS 74316, *D* (debroșabil) — RS 74376, RS 74377, RS 74378; *contacte* — *A* — 1c acționat în poziție de semnalizare avarie la releul de curent, *B* — 1c + 1p acționate în poziție de semnalizare avarie la releele de tensiune, *D* — 2c acționate în poziție de semnalizare avarie la releele de tensiune; funcționare — *L* — semnalizează avarie la alimentarea releului, *R* — semnalizează avarie la întreruperea alimentării

releului; U_n, V c.c./P_a, W — 24, 48, 60, 110, 220/2,5 — RS 74207, RS 74209, RS 74376; U_n, V c.a./S_a, VA — 110; 220/4,5 — RS 74208, RS 74210, RS 74316; I_{nc} = 5 A; *G* — 60 × 60 × 91 mm — *I*, 73 × 73 × 100 mm — *A*, 73 × 73 × 92 mm — *D*; exemplu de codificare: *RSE-RS 74207-LID*;

• *RSI6; 6.2* — Releu de semnalizare prin impulsuri — ICEMENERG (pentru semnalizări preventive și de avarie cu repetarea acțiunii): U_n/I_n, V/A — 24÷220/5 la RSI6, 220/2 la RSI6.2; nr. maxim de semnalizări — 25; *G* — 188 × 80 × 142 mm; *M* = 2,5 kg;

• *RSS1* — Releu rapid de semnalizare — ICEMENERG (pentru semnalizări centrale prin relee cu contact pasager): U_a = 24; 220 V c.c.; P_a — 5; 10 W la conectare, 3, 5; 7 W la deconectare, 2,5; 3,5 W de durată; I_{nc} = 1,5 A c.c.; R_{ue} = 10^7 manevre; *G* — 80 × 174 × 85 mm; *M* = 0,6 kg;

• *ASPP-3* — Aparat pentru semnalizarea punerilor la pămînt și pentru măsurarea preventivă a rezistenței de izolație în circuitele de curent continuu, compus din două subansambluri; variante: 24, 48, 110, 220 V; L_m — pentru semnalizare 5÷6 kΩ — 24 sau 48 V, 6÷12 kΩ — 110 V, 20÷40 kΩ — 220 V, pentru măsurare 0÷∞; *G* — 140 × × 140 × 73 mm — aparat măsură, 140 × 140 × 127 mm — aparat semnalizare;

• *CSS* — Clapetă de semnalizare a curentului de scurtcircuit — ICEMENERG (pentru determinarea selectivă a fazelor defecte ale cablurilor de MT racordate la posturile trafo sau punctele de alimentare): D_m — 600÷1 000 A; *G* — 50 × 60 × 80 mm; *M* = 120 g.

Relee de protecție de curent și de tensiune — IR-Mediaș; variante: *A* — 1nd, *B* — 1nî; I_{nc} — 2 A închis, 1 A cos φ = 0,5 sau 0,2 A — *L*/*R* = 2,5 ms; R_{ue} = 1 000 manevre; conectare prin priză; tipuri:

• *RC2 — RS 71900* — Releu maximal de curent: $I_n/I_r/$ $/I_M$, A — S_a, VA — 0,2/0,05÷0,2/0,3—3,5; 0,6/0,15÷0,6/ /0,9—3,5; 2/0,5÷2/3—3,5; 6/1,5÷6/9—3,5; 10/2,5÷10/ /15—3,5; 20/5÷20/15—7,5; 50/12,5÷50/15—30; 100/25÷ ÷100/15—120; 200/50÷200/15—500; *G* — 90 × 115 × × 155 mm; *M* — 500 g releu + 500 g priză;

• *RT3 — RS 71901* — Releu maximal de tensiune: $U_n/U_r/U_M$, V — S_a, V — 60/15÷60/66—3,5; 200/50÷200/220—3,5; 400/100÷400/440—35; *G* — 90 × 115 × 155 mm; *M* — 500 g releu + 500 g priză;

• *RT4* — Releu minimal de tensiune — RS 71902: $U_n/U_r/U_M$, V — S_a, VA — 48/12÷48/64,8—3,5; 160/40÷÷160/216—3,5; 320/80÷320/432—3,5; *G* — 90 × 115 × 155 mm; *M* — 500 g releu + 500 g priză;

• *RT3S — RS 72627* — Releu maximal de tensiune cu stabilitate termică ridicată: $U_n/U_r/U_M$, V — S_a, VA — 30/15÷30/110—5; 60/30÷60/220; 120/60÷120/440; *G* — 80 × 115 × 165 mm; *M* — 800 g releu + 500 g priză;

• *RT4S — RS 72628* — Releu minimal de tensiune cu stabilitate termică ridicată: $U_n/U_r/U_M$, V — S_a, VA — 15/7,5÷15—7; 30/15÷30/110—5; *G* — 80 × 115 × 165 mm; *M* — 400 g releu + 500 g priză;

Relee de protecție complexe ICEMENERG:

• *DIP* — Dispozitiv pentru indicarea selectivă a liniei pusă la pămînt în rețelele cu neutrul izolat sau compensat: capacitate — 3÷18 linii; L_m (rețele izolate/compensate) — 10÷1 000 mA — 50 Hz/0,5÷500 mA — 250 Hz; Z_i — sub 1 Ω la 50 Hz; U_a, V c.c./I_a, mA — 24/10, 48/8, 110/6, 220/6; *G* — 215 × 160 × 225 mm; *M* — 6 kg; montaj îngropat;

DPP — Dispozitiv pentru protecția selectivă împotriva punerilor la pămînt în rețelele cu neutrul izolat sau compensat; capacitate — 3÷5 linii (peste 5, se interconectează nr. corespunzător de *DPP*); U_a, V/I_a, A (redresor) — 100/0,1; Z_i = 1 Ω; echipamentul de linie se alimentează din filtre sau transformatoare homopolare cu minim 10 mA — 250 Hz, 22 mA — 150 Hz, 1 A — 50 Hz; *G* — 568 × 259 × 215 mm; *M* = 25 kg; montaj aparent pe panou vertical;

• *RDT* — Releu direcțional de procese tranzitorii (pentru protecția contra punerilor la pămînt în rețelele cu neutrul izolat sau compensat a unei singure plecări; înlocuiește *DIP* sau *DPP* cînd sînt sub 3 linii protejate sau curentul capacitiv total al rețelei depășește 3 A): U_H, V/I_H, A = 100/5;

I_M — 1,5 I_n — $t = \infty$, 20 I_n — t = 1 s; L_m — min. 50 mA — curent stabilizat de punere la pămînt; S_a — 2 VA — circuit curent, 15 VA — circuit U_H, 8 VA — circuit U_a; G — 187 × × 331 × 165 mm; M = 4 kg;

• *RCC* — Releu de curent capacitiv (pentru protecție contra punerilor la pămînt în rețelele cu neutrul izolat cu curenți capacitivi mici); L_m — min. 20÷40 mA alimentat direct, 1÷3,5 A alimentat prin tor; U_H = 100 V; U_a, V/I_n, A = 24/100, 48/70, 110/50, 220/30; S_a — 1 VA — circuit curent, 10 VA — circuit U_H; G — 255 × 295 × 185 mm; M = 6 kg;

• *RDL* — Releu pentru protecția diferențială longitudinală a liniilor scurte, prevăzute cu cablu pilot: I_{n1}/I_{n2} = 5 A/52 mA (trifazat); I_r = 0,65 ... 1,5 I_{n2}; U_a — 220, 110, 48, 24 V comutabilă; S_a, VA c.a./I_a, mA c.c. — max. 1/50 — repaos sau 100 — acționat; cablu pilot *CCS* cu $\varnothing_m$ fir=0,9 mm și R = 200 Ω (1,5 mm² — 18 km); M — 18 kg; pentru separarea galvanică a cablului pilot — în special la circuite asimetrice unde pot apărea pe cablul pilot tensiuni longitudinale periculoase pentru relee și personal — se utilizează:

• *TI — RDL* — transformatorul de izolare pentru protecția diferențială longitudinală: I_n = 50 mA, $I_M = 2I_n$, k_T = 1; G — 226 × 223 × 130 mm; M — 5 kg;

• *RBM* — Releu de blocaj a comenzii PDL la șocul de curent de magnetizare apărut la anclanșarea liniei, cînd în zona de protecție este și un trafo: I_n = 5 A, $I_M = 2I_n$; U_a = 24, 48, 110, 220 V c.c. comutabilă; S_a, VA c.a./I_a, mA c.c. — ca RDL; G — 354 × 322 × 180 mm;

• *RDC3* — Releu direcțional cu elemente statice utilizat ca organ direcțional în schemele de protecție prin relee ale rețelelor complexe; I_n = 5; 1 A; U_n = 100 V; U_a = 24, 48, 110, 220 V c.c.; L_m — min. 0,2 V la I_n și unghi de sensibilitate maximă (comutabil) de 30, 45, 110° capacitiv; I_M — $2I_n$ — $t = \infty$, $30I_n$ — t = 1 s; S_a, VA c.a./I_a, mA c.c. — 2 — circuit curent, 15 — circuit tensiune/30 — 220 V, 50 — 110 V, 70 — 48 V, 100 — 24 V;

• *RAR2c* — Dispozitiv de reanclanșare automată rapidă trifazată pentru rețelele de MT în două cicluri sau într-un

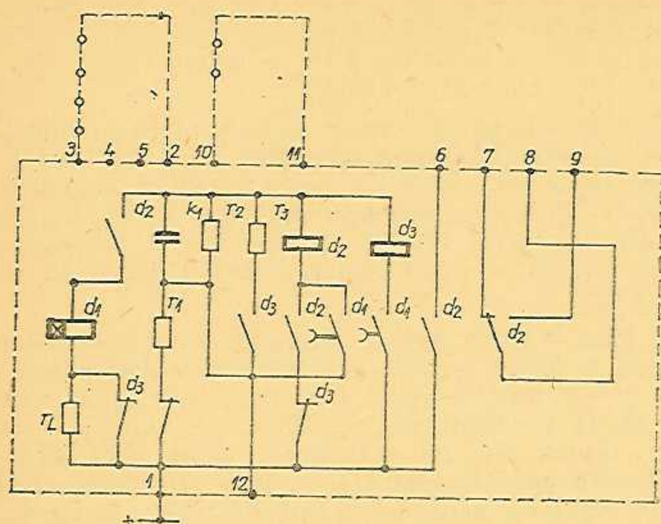


Fig. 4.2. Schema de conexiuni a dispozitivului RAR.

ciclu: $U_n = 110$; 220 V c.a.; $S_a = 36$ VA — acționare, 17 VA — repaos; **tmpul de pauză** reglabil 2÷20 ms, **timp blocaj** pe ciclu 60÷100 ms; **durata impulsului** — 1÷1,5 s; dispozitivul se blochează: după fiecare ciclu, după o comandă voită de închidere, după funcționarea unor protecții fără *RAR* (v. fig. 4.2);

• *DAFET* — Dispozitiv automat pentru funcționarea economică a transformatoarelor pentru reducerea consumului tehnologic de energie în stațiile și posturile echipate cu cîte 2 trafo identice: U_n — 220 V c.a.; 220, 110, 48, 24 V c.c.; G — 590 × 596 × 257 mm; $M = 35$ kg;

• *RFm4* — Releu de frecvență minimă pentru deconectarea automată dezcentralizată a sarcinii formată din mai mulți consumatori puțin importanți: $U_n = 100$ V; $f_r = 45 \ldots 50$ Hz; G — 330 × 180 × 162 mm;

• *RPA* — Releu de putere activă pentru *DASP*: U_n — $100/\sqrt{3}$ sau 3 × 100 V; $I_n = 1,5$ A; $U_a = 220$ V c.c.;

$P_r = 0{,}5 \ldots 3P_n$; $k_{rev} = 85\%$; $I_t = 10$ A, I_R — 0,5 A c.a.; 0,2 A c.c.; S_a — max. 2 VA — circuit curent, 5 VA — circuit tensiune; G — 180 × 385 × 235 mm; $M = 7$ kg;

Relee pentru protecția motoarelor — IR-Mediaș:

• *RC6 — RS 74006* — Releu minimal de c.c. pentru protecția motoarelor de c.c.; montaj fix aparent; I_n, A c.c. — 0,6—1—1,6—2,5—4—6—10—16—25—40—63—100—160—250—320—400—630; contacte — 1nd + 1nî; I_{nc} = = 10 A c.c., I_t = 100 A c.c. — 380 V, 25 A c.c. — 110; 220 V, I_R — 10 A c.a. — 380 V, 2,5 A c.c. — 110 V, 1 A c.c. — 220 V; IP00;

• *RC5 — RS 74005, RC5M — RS 74005M* — Releu maximal de curent cu revenire automată, respectiv manuală, pentru protecția motoarelor de c.c.; I_n — ca RC6 + 1 250 A c.c.; contacte — 1nd+ 1nî; în rest — ca RC6; G — 160 × × 190 × 180 mm; M — 2,6 kg — $I_n \leqslant 630$ A, 6 kg — — $I_n = 1\,250$ A;

• *RPT1a, b* — Releu electronic de protecție a motoarelor electrice la supratemperatură (ca traductoare de sesizare a variației de temperatură se folosesc termistoare cu coeficient termic negativ dacă nu depășesc 2 500 la 25°C); montaj fix; contacte — 1c; I_R — 2 A — cos φ = 0,8; U_a = 220 V c.a.; G — 83 × 134 × 92 mm.

Relee diverse — IR-Mediaș:

• *RT5 — RS 75006* — Releu de putere pentru controlul tensiunii la motoarele de c.c.; montaj fix; U_a = 220 V c.c. (reglaj $0{,}25 \div 0{,}8 U_a$); P_a = 25 W; contacte — 1nd + 1nî; I_{nc} = 10 A c.c., I_t — 2,5 A — 380 V c.a., 0,5 A — 220 V c.c.; $I_R = I_t$; $R_{uc} = 10^6$ acționări; G — 110 × 190 × 180 mm;

• *RSS1 — RS 74685* — Releu static de supravegherea izolației cu buton pentru testarea funcționării și posibilitate de anexare a aparatului indicator *M0-42* — IAEM-Timișoara; $U_a = 220$ V; $S_a = 7$ VA; contacte 1 nd+ 1nî; $I_{nc} = 5$ A; circuit supravegheat — U_M — 1 000 V c.a., 1 500 V c.c., $C = 1 \div 10$ μF, $D_m = 3 \div 100$ kΩ; $R_{ue} = 50\,000$ manevre; G — 145 × 92 × 165 mm;

• *RSMT1 — RS 74766A* — Releu static de măsurarea tensiunii (pentru protecție, control și măsură în rețelele de JT); montaj aparent sau pe șină profil; $U_a = 24$ V c.c.; 24, 48, 110, 220 V c.c.; P_a — 3 W c.c., 4 VA c.a.; contacte 1nd + 1ni, $I_{nc} = 5$ A; D_m — cod: 50÷500 mV — AA/ 24 V c.c., *AB*/24; 220 V c.a., *AC*/48; 110 V c.a.; 25÷250 V — *BA*(*DA*)/24 V c.c., *BB*(*DB*)/24; 220 V c.a., *BC*(*DC*)/48; 110 V c.a.,; 50÷500 V — *CA*(*EA*)/24 V c.c., *CB*(*EB*)/24; 220 V c.a., *CC*(*EC*)/48; 110 c.a. (în paranteză — codurile pentru c.a.); pentru $U_a = 48$, 110, 220 V c.c. se folosește rezistența adițională *RBC 1009-330 BFG6025* — 1,5 kΩ, respectiv *BGF6040* — 3,6 kΩ; $R_{ue} = 50\,000$ manevre; G — 53 × 70 × 102 mm;

• *RIP1* — Releu de impuls și pauză (în instalații de automatizare care cer un anumit raport între t_1 — timpul de lucru și t_2 — timpul de pauză); t_1/t_2 — reglabil; U_a= 220 V, $S_a = 3{,}7$ VA; perioada $T = 60$ s; contacte — microîntreruptor cu c; debroșabil; M — max. 100 g;

Notă. Simbolizări neevidente: *F, D* — montaj fix, debroșabil; U_a, P_a, S_a — tensiune, putere activă, putere aparentă de alimentare; I_i, I_d, I_R, I_r — curent de închidere, deschidere, rupere, reglaj; nî, nd, c, p — contact: normal-închis, normal-deschis, comutator, pasager; t_i, t_d — timp de închidere, deschidere a contactelor; t_r — temporizare de reglaj; R_{ue} — rezistența la uzură electrică; f_c — frecvența de conectare; f_p — frecvența de pîlpîire; D_m, L_m — domeniu, limite de măsură; i, î (la contacte) — instantaneu, cu întîrziere; G — gabarit; M (ca indice) — maxim.

4.1.6. *Aparatură de automatizare din compunerea buclelor de reglare*

Aparate primare	Aparate intermediare	Aparate secundare	Convertor de ieșire
1	2	3	4
Presiune relativă-1, absorbită-2, diferențială-3			
1. FE 1G	FE100; ELX100, 422÷425	s.ELR, ELX, ELC	X902; s.ELA; ESC
2. FE 1A	idem	idem	idem
3. FE 3D	idem	idem	idem
ELF271, ELT370	–	idem	idem
Debit			
AT36; ID 100	–	–	–
FE800	FE96	idem	idem
Nivel			
FE 7D; FE 7B	FE100; ELX100, 422÷425	s.ELR, ELX, ELC, ELI	X902; s.ELA; ESC
SN106, 110, 111, 300	–	–	ESC
Temperatură			
Termocupluri	ELT162, ELT163	s.ELR, ELX, ELC	X902; s.ELA; ESC
	–	s. E0 ...	ESC
Termorezistențe	ELT162, ELT163	s.ELR, ELX, ELC	X902; s.ELA; ESC
	–	s.E1 ...	ESC
	–	X722	ESC
	–	RPT	ESC
Detector cu termistor 2151–2152	–	RSC	ESC
Pirometru	–	s.E5 ...	ESC
Umiditatea aerului			
U21, U22, U23	–	s.E7 ...	ESC
D cu T 2911–2914	–	RSC	ESC
Concentrații de SO H_2, NaOH, SO_3			
W16	–	s.E9 ...	ESC
Conductivitatea apei			
W44	ELT730, ELT733	s.ELR, ELX ELC	X902; s.ELA; ESC

1	2	3	4
	Concentrația ionilor de hidrogen (pH)		
W62÷64, 622, 632	ELT630, ELT632	s.ELR, ELX, ELC	X902; s.ELA; ESC
	Potențial oxidoreducere a soluțiilor (redox)		
W623, W633	ELT633	s.ELR, ELX, ELC	X902; s.ELA; ESC
	Prezența flăcării		
Tijă ionizare	ACT379;	–	
	ARGUS;	–	
	RS70862A	–	ESC
Cep vizare	SFT168;		
	ARGUS	–	ESC
	Proximitate metal		
TPR, TPT	–	–	ESC
	Forță		
DC, DI	ECB, EBT	s.ELR, ELX, ELC	X902; s.ELA; ESC
	Turație		
DT171	CFC170	s.ELR, ELX, ELC	X902; s.ELA; ESC
	–	TR3; PI1	ESC

Notă. 1. Conținutul coloanelor: *aparataj primar* – detectoare, traductoare de nivel; *aparataj intermediar* – adaptoare, convertoare, surse; *aparataj secundar* – aparatură de panou (indicatoare, înregistratoare, regulatoare); *covertor de ieșire* – aparatură pentru comanda elementelor de execuție (sec – echipamente de semnalizare și comandă, care primesc semnal contact furnizat ca semnal de ieșire de aparatele primare sau secundare).

Adoptarea funcției suplimentare *T* la seriile *E 0 ..., 1 ..., 5 ..., 7 ..., 9 ...* în combinație cu *ELX120* sau *ELX1203* permite convertirea semnalului de măsură în semnal unificat și respectiv prelucrarea informației prin aparatele seriilor *ELX, ELC, ELA, X902*.

2. Producția aparatelor este repartizată la: IEA-București, IEPAM-Bîrlad, ITRD-Focșani, IEIA-Cluj, IAEM-Timișoara.

4.2. Transformatoare de măsurat

4.2.1. *Transformatoare de curent*

Tip-U_n, kV-I_1/I_{2n}, A/A	Clasa precizie	n	S_{2n}, VA	$I_t \times I_{1n}$	$I_d \times I_{1n}$
1	2	3	4	5	6
CIS-0,5 – 5÷300/5; 1	5; 1	<5	10	60	150
CIRS-0,5 – 5÷300/5	5	<5	10	60	150
CIRS-10 – 15÷30; 2×(75÷300)/5	0,2/1	<10/<5	15/30; 60	100	250
	0,5/1	<5/<5	30/15; 60	100	250
	0,5/3(D)	<5/75(/610)	15/30	100	250
CIRS-10 – 2×(75; 100; 300)/5	1/3	<5/>5	60/30	100	250
CIRS-20 – 15÷30; 2×(50÷300)/5	0,2/1	<10/<5	15/30; 60	100	250
	0,5/1	<5/<5	30/30; 60	100	250
CIRS-20 – 15÷30; 2×(50; 200)/5	0,5/3	<5/<5	15/30	100	250
CIRS-20 – 2×(75; 100; 300)/5	0,5D	<5/>10	30/30	100	250
	1/3	<5/> 5	60/60	100	250
CIRS-35 – 15÷30; 2×(50÷300)/5	0,2/1	<10/<5	15/30; 60	100	250
	0,5/1	<10/<5	30/30; 60	100	250
CIRS-35 – 15÷30; 2×(50; 200)/5	0,5/3	<10/>5	15/30	100	250
CIRS-35 – 2×(75; 100; 300)/5	0,5/D	<5/>10	30/30	100	250
	1/3	<5/> 5	60/60	100	250
CIT-0,5 – 300÷3000/5	0,5	<5/<10	15÷30	60	—
CIT-0,5 – 300÷2000/1	0,5	<5/<10	15÷30	60	—
CIT-0,5 – 100÷250/5; 1	1/3	<5/<10	5	60	—
CIT-0,5tf-100; 250; 300/5/5	1/3	<5/>10	30/60	60	—

1	2	3	4	5	6
CIT-0,5tf-100; 300/5/5	1/3	<5/>10	30/60	60	—
CIT-0,5tf-1000; 4500/5	1	>10; >30	30/60	60	—
CIT-0,5tf-1000/5/5	0,5/1	<5/>10	30/60	60	—
CIT-0,5tf-1000/5/5/0,5		<5/>30/>30	30/60/60	60	—
CIT-0,5tf-400; 800; 1000/5/5/5	0,5/1/1	<5/>10/>10	30/60/60	60	—
CIT-0,5tf-600; 630; 1000/1/1/1	0,5/1/1	<5/>10/>10	30/60/60	60	—
CIT-0,5tf-100; 250/5	3	>10	—	60	—
CIT-0,5tf-150; 200; 400/5	3	<5	—	60	—
CIT-0,5tf-400; 600/1/1/5	—	—	—	60	—
CIT-0,5tf-500—447/5	—	—	—	60	—
CIT-0,5tf-1000—975,5/5	—	—	—	—	—
CITRIi-0,66—1000÷3000/5	—	—	—	—	—
CITRo-0,66—5÷750/5	—	<5	15÷30	60	150
CIRT-0,5—100÷250/5	1	<5	2,5÷10	60	150
CIRT-0,5—300÷300/5	0,5	<10	5	50	—
CIRT; CIRTo-0,5$_{BC}$-5000÷10000/5	0,5; 10P;	<5; <10	10; 15; 30	60	—
	10P(5P)	—	—	—	—
CIRT; CIRTo-0,5$_{BC}$-7500÷10000/5	5P	—	—	—	—
CIRT; CIRTo-10$_{BC}$-5000/5	0,5/10P	—	60(30)	—	—
CIRT; CIRT -20$_{BC}$-7500÷10000/5	10P(5P); 5P	—	60(30)	—	—
CIRTi-10$_{B-Al}$-1500÷5000/5	0,5/10P	v. nota 5	30/30	100	00
CIRTIi-10$_{B-Cu}$-2000÷6000/5	0,5/10P	v. nota 5	30/30	100	00
CIRTIi-20$_{B-Al}$-1500÷2500/5	0,5/10P	v. nota 5	30/30	100	00
CIRTi-2$_{B-Cu}$-2000÷5000/5	0,5/10P	v. nota 5	30/30	100	00
CIRTi-35$_{B-Al}$-1500/5	0,5/10P	v. nota 5	30/30	100	00
CIRTi-35$_{B-Cu}$-2000; 2500/5	0,5/10P	v. nota 5	30/30	100	
CIRTo; CIRTos-10—400÷2000/5	0,5/10P	<5/>10	15; 30/30	100	00
CIRTo; CIRTos-20—400÷1500/5	0,5/10P	<5/>10	15; 30/30	100	00

1	2	3	4	5	6
CIRTo; CIRTos-35—400÷1250/5	0,5/10P	<5/>10	15; 30/30	100	00
CESU-35—15÷1000/5	0,5/D(10P)	—	—	—	—
CESU-110—2×(50; 300; 1250)/5	0,5/10P/1	—	—	—	—
CESU-110—2×(50÷300; 1250)/5	0,5/10P/10P	—	—	—	—
CEPS-110—2×(600—300÷1000—800)/5	—	—	—	—	—
CISr-1—5,5/3,5	—	⊳5	—	—	—
CIRH-75		v. fig. 4.4			
CIRHi-80; 100; 150		v. fig. 4.4			
CIRHo-80; 100; 150		v. fig. 4.4			
CIH-75—0,5—10	$R = 1\ \Omega$; Releu RC-1 — 0,1 A				

Notă. 1. Simbolizarea tipurilor: C — transformator de curent; I, E — montaj interior, exterior; P, R, U — izolație de polietilenă, cu rășină, în ulei; S, T — tip: suport, de trecere; 0, i, os, tf — variante de construcție; Sr — cu saturație rapidă; H — pentru componentă homopolară; *prima grupă de cifre* — tensiunea de izolație în kV; BC, B-Al, B-Cu — pentru bare capsulate, de aluminiu, de cupru; *a doua grupă de cifre* — curentul primar/secundar, în A. La transformatoarele de secvență homopolară cifrele indică diametrul maxim al cablului, în mm.

2 Scara curenților: 5—7,5—10—12,5—15—20—30—40—60—75—100—125—150—200—300—400—500—600.—750—1000—1250—1500—2000——3100—4000—5000—7500—10000 A.

3. Utilizare: alimentarea aparatelor de măsură, protecție și semnalizare. Scheme de conectare în fig. 4.3

4. Furnizor: Întreprinderea ELECTROPUTERE — Craiova.

5. Tipul CIRTi are coeficientul de saturație dat în diagrama $n = f(I_2)$ din catalogul produsului.

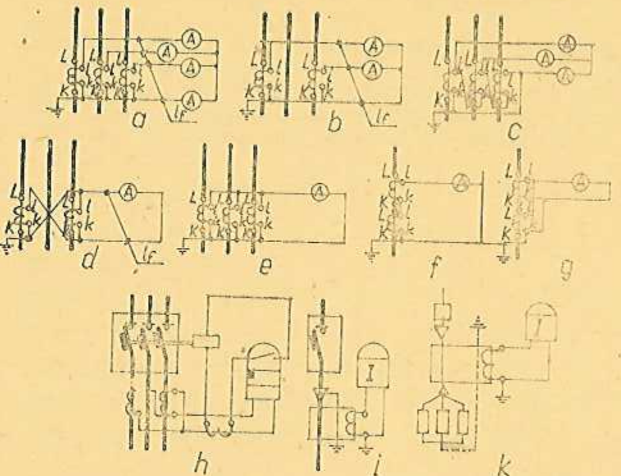


Fig. 4.3. Scheme electrice de conectare a transformatoarelor de curent:

a — stea completă; *b* — stea incompletă; *c* — triunghi-stea; *d* — diferențială; *e* — filtru de secvență homopolară; *f* — serie; *g* — paralel; *h* — transformator cu saturație rapidă; *i* — transformator de secvență homopolară — protecție cablu; *j* — idem, receptor.

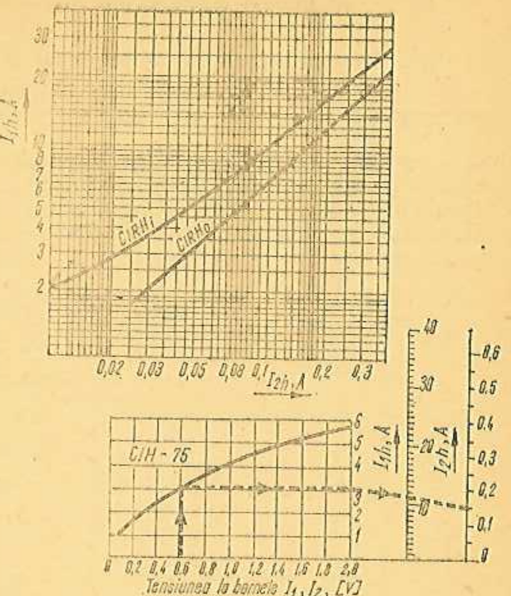


Fig. 4.4. Diagrame pentru determinarea curentului de pornire I_2 al releului de curent funcție de sensibilitatea protecției I_1 a transformatoarelor de curent homopolar.

4.2.2. *Transformatoare de tensiune*

Tipul	U_{n1} kV	U_{n2} kV	Construcție	Clasă precizie/S_{2n}, în VA — Măsură	Clasă precizie/S_{2n}, în VA — Protecție
1	2	3	4	5	6
TIRMO	$1/\sqrt{3}$	$0,1/\sqrt{3}$	G10	0,5/30; 1/50	6P/60
TIRMO	$3/\sqrt{3}$	0,1/3	G10	0,5/30; 1/50	6P/60
TIRMO	$4/\sqrt{3}$	$0,1/\sqrt{3}$	G10	0,5/30; 1/50	6P/60
TIRMO	$5/\sqrt{3}$	0,1/3	G10	0,5/30; 1/50	6P/60
TIRMO	$6/\sqrt{3}$	$0,1/\sqrt{3}$	G10	0,5/30; 1/50	6P/60
TIRMO	$10/\sqrt{3}$	0,1/3	G10	0,5/30; 1/50	6P/60
TIRMO	$6,3/\sqrt{3}$	0,11/0,22	G20	0,5/30; 1/50	6P/60
TIRMO	$10/\sqrt{3}$	$0,1/\sqrt{3}$ 0,1/3	G20	0,5/100; 1/200	3P/60
TIRMO	$10/\sqrt{3}$	0,1/0,2	G20	0,5/60; 1/120	3P/100
TIRMO	$10/\sqrt{3}$	0,1	G20	–	3P/800
TIRMO	$10/\sqrt{3}$	$0,1/\sqrt{3}$ 0,2/3	G20	0,3/100; 1/200	3P/200
TIRMO	$10/\sqrt{3}$	0,1/0,1	G20	–	–
TIRMO	$10,5/\sqrt{3}$	$0,1/\sqrt{3}$ 0,1/3	G20	0,5/100; 1/200	3P/60
TIRMO	$10,5/\sqrt{3}$	0,1/0,1/3	G20	0,5/100; 1/200	3P/60
TIRMO	$11/\sqrt{3}$	0,11/3	G20	0,5/100; 1/200	–
TIRMO	$11/\sqrt{3}$	0,11/0,22	G20	0,5/100; 1/200	3P/60
TIRMO	$15/\sqrt{3}$	$0,1/\sqrt{3}$ 0,2/3	G20	0,5/100; 1/200	3P/60
TIRMO	$15/3\sqrt{3}$	0,1	G20	–	3P/800
TIRMO	$15/\sqrt{3}$	0,1/0,2	G20	0,5/60; 1/120	3P/100
TIRMO	$15/\sqrt{3}$	$0,1/\sqrt{3}/0,1$	G20	0,5/100; 1/200	3P/100
TIRMO	$20/\sqrt{3}$	$0,1/\sqrt{3}$ 0,1/3	G20	0,5/100	6P/120
TIRMO	$25/\sqrt{3}$	$0,1/\sqrt{3}$ 0,1/3	G20	0,5/100	6P/120
TIRBO	3	0,100	G10	0,5/30; 1/50	–
TIRBO	4	0,100	G10	0,5/30	–
TIRBO	5	0,100	G10	0,5/30	–
TIRBO	6	0,100	G10	0,5/30	–
TIRBO	6,6	0,100	G10	0,5/30	–
TIRBO	10	0,100	G10	0,5/30	–
TIRBO	11	0,050	G10	0,5/100	3P/400
TIRBO	11	0,050	G20	0,5/100	3P/400

1	2	3	4	5	6
TIRBO	15	0,050	G20	0,5/100	3P/400
TIRBO	20	0,100	G20	0,5/200	3P/600
TIRBO	25	0,100	G35	0,5/200	3P/900
TIRBO	35	0,100	G35	0,5/200	3P/900
TEMU	$20/\sqrt{3}$	$0,1/\sqrt{3}$	–	0,5/90; 1/180; 3/300	3P/60
TEMU	$25/\sqrt{3}$	0,1/3	–	0,5/90; 1/180; 3/300	3P/60
TEMU[2]	$35/\sqrt{3}$	idem	–	0,5/90; 1/180; 3/300	3P/60
TEMU[2]	$110/\sqrt{3}$	$0,1/\sqrt{3}/0,1$	–	0,5/300; 1/600; 3/900	3P/120
TEBU	20	0,1	–	0,5/80; 1/180; 3/300	3P/60
TEBU	25	0,1	–	0,5/90; 1/180; 3/300	3P/60
TEBU	35	0,1	–	0,5/90; 1/180; 3/300	2P/60
TECU	110	$2\times0,1/\sqrt{3}$	–	0,5/2 × 100	3P/120
		$0,1/\sqrt{3};0,1$			

Notă. 1. Semnificația simbolurilor din capul tabelului: U_{n1}, U_{n2} — tensiunea nominală primară, secundară; S_{2n} — puterea nominală secundară. Simbolizarea tipurilor: T — transformator de tensiune; I, E — de interior, exterior; C — tip capsulat; R, U — cu izolație rășină de turnare, în ulei; M — monofazat; B — bifazat; O — variantă construcție; *grup cifre* — tensiunea nominală primară/secundară, în kV; G10; 20; 35 — gabaritul de execuție.

2. Tipurile TEMU-35; 110 se fac cu linie de fugă: normală 1,6 kV, mărită 2,1 kV, foarte mărită 2,9 kV.

3. Utilizare: v. § 4.2.1. — nota 3. Idem furnizor — nota 4.

4. Schemele de conexiuni posibile ale transformatoarelor de tensiune sînt arătate în fig. 10.3.

4.3. Aparate electrice de măsurat

4.3.1. *Aparate de măsurat de tablou*

Tipul	CP	Domeniul de măsurare	Gabaritul, mm
1	2	3	4
		Aparate magnetoelectrice pentru c.c.	
M9	1,5	*d* — 100 μA÷25 A, 1÷1600 V; *se* —	72×72×68
M11	1,5	10 A÷2,5 kA	144×144×105
MQ96	1,5	idem	96×96×78

1	2	3	4
1MH96	1,5	*d* – 100 µA. La cerere – alte D_m	96×96×73
M52	1,5	*d* – 1÷600 mA, 1÷15 A,	100×100×125
M53	1,5	1,6÷600 V; *șe* – 25÷1500 A	120×120×125
M541	1,5	idem	80×80×125
M58	1,5	*d* – 1÷600 mA (în automatizări)	120×120×125
M592	2,5	*d* – 50÷500 µA. La cerere – alt D_m	63×63×43
1MC72	1,5	*d* – 1÷600 mA, 1÷15 A, 1,5÷600 V; *șe* – 25÷1500 A	72×72×78
1MD85	1,5	*d* – 100 µA÷1 mA. La cerere, alt D_m	85×72×54
1MD120	1,5	*d* – 100 µA÷1 mA. La cerere, alt D_m	121×102×45
1MD135.1	2,5	*d* – 100÷600 µA, 1÷15 mA, 1÷	135×110×61
1MD135.2	1,5	600 V; *și* – 15÷25 mA; *șe* – 25÷60 A	135×110×61
44L2	1,5	*d* – 1÷15 µA, 25÷600 mA, 1÷600 V; și – 25÷600 mA, 1÷6 A; *șe* – 10÷1500 A	96×96×80
2MQ72	2,5	0÷2 MΩ (cu bloc adițional 2B72)	72×72×67,5
		Aparate magnetoelectrice pentru c.a.	
1MH120	2,5	*tc* – 0÷5 A; *tt* – 0÷100 V	120×120×100
44L1	1,5	44÷55 Hz, 55÷65 Hz, 450÷550 Hz	96×96×80
		Aparate feromagnetice pentru c.a.	
1EQ144	1,5	*d* – 0,6÷250 A, 6÷600 V; *tc*; *tt*-	144×144×79
1EQ96	1,5	*d* – 0,6÷100 A, 6÷600 V; *tc*-; *tt*-	96×96×73
EQ72	1,5	*d* – 0,6÷60 A; 6÷600 V; *tc*-; *tt*-	72×72×57
E52	1,5	*tc* – 0÷1200 A; *tt*-0÷30; 120 V	100×100×125
E53	1,5	*d* – 0,6÷60 A; 6÷600 V; *tc*-; *tt*-	120×120×125
E54	1,5	*d* – 0,6÷60 A; 6÷600 V; *tc*-; *tt*-	80÷80÷125
E541	1,5	*d* – 0,6÷60 A; 6÷600 V; *tc*-; *tt*-	100×100×125
D4	2,5	*d* – 3×220 V/6A-2,5kW(kvar), 3×380V/6A-4kW (kvar); 3×220V/*tc*-5÷2000A/1; 5A-2÷800kW (kvar) 3×380V/*tc*-5÷1000A/1; 5A-3,5÷700kW (kvar); *tt*-0,5÷400kV/100V; *tc*-5÷10000A/1; 5A-2÷900kW (kvar), 1÷1500 MW (Mvar)	144×144×115

Alte aparate de tablou

2Fv-72 – Frecvențmetru: *CP* – 0,5; D_m – 48÷52 Hz; *G* – 72×72×82 mm.

Cosfimetru cu traductor electronic compus din:

– aparat indicator magnetoelectric tip *M9, 10, 11; MQ96; MC72; M52, 53, 54; AI72, 96, 144, 192; MP42; 64; AID; 44L2; MD85, 120, 135; MK63;*

— traductor de putere tip *TPM-790* D_m — cod, 0,5c÷1÷0,5i — *5*, 0,8c÷1÷0,3i — *8*, 0,9c÷1÷0,5i — *9*; U_n, V — cod, 110 — *3*, 220 — *6*; I_n, A — cod, 0,5 — *1*, 1 — *2*, 5 — *3*, f_i — 45÷65 Hz; D_{ui} — 20÷120% S_{i1} — max. 0,25 VA; S_e, mA — cod, 1÷5 — *01*, 2÷10 — *02*, 4÷20 — *03*, 0÷5 — *04*, 0÷10 — *05*, ←0÷20 — *06*, —5÷5 — *07*→, —10÷10 — *08*; *CP* — 1; U_a, V — cod, 24 — *1*, 220 — *2*; S_a — max. 6 VA; *G* — 70× ×148×117 mm; M — 1 kg; grad protecție — *IP50* (borne IP20).

Notă. 1. Simbolizare: *CP* — clasă de precizie; *d* — prin conectare directă; *șe*, *și* — prin șunt exterior, interior; *tc* — prin transformator de curent $I_1/1;5$ A; *tt* — transformator de tensiune $U_1/100$ V; D_m, D_{ui} — domediu de măsură, util pentru intrări; S_{i1} — semnal intrare pentru o intrare; S_a, *G*, *M* — v. § 4.1.5. — nota.

2. Șunturile interșanjabile care se conectează la ampermetrele magtoelectrice de tablou de c.c. sînt de 75 mV, clasa de precizie 0,5%; I_n, A nespecificat mai jos: 15, 25, 200; gabarit, borne:

I_n, A	Gabaritul, mm	Borne	I_n, A	Gabaritul, mm	Borne
10÷40	25×25×120	M5	400	85×40×135	M16
60	37×25×120	M8	600	90×60×165	M20
100	37×35×135	M10	1000	85×10×0×65	M16
150÷250	58×35×135	M12	1500	90×100×180	M20

3. Pentru comutarea ampermetrelor și voltmetrelor pentru măsurători pe diferite circuite se utilizează comutatoarele cu came C16 — Electrocontact — Botoșani, tip-cod:

— CV1-1191, CV2-1192, CV3-1193, CV4-1194, CV5-1195, CV6-1196, CV7-1197, CV8-1198;

— CA1-9890, CA2-9891, CA3-9892, CA4-9893, CA5-98954,.

4. Conectarea aparatelor din tabel se face conform fig. 4.5—4.9.

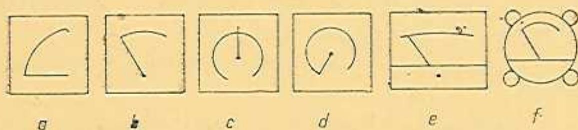


Fig. 4.5. Cadranele aparatelor de măsurare:
a — M9; 10, 11-MQ72; 96; 144-D4; *b* — MH96; 120; *c* — M52: 53; 54; 541-1MC72-1MD83; 120; 135-44L1; 2, *f* — M592.

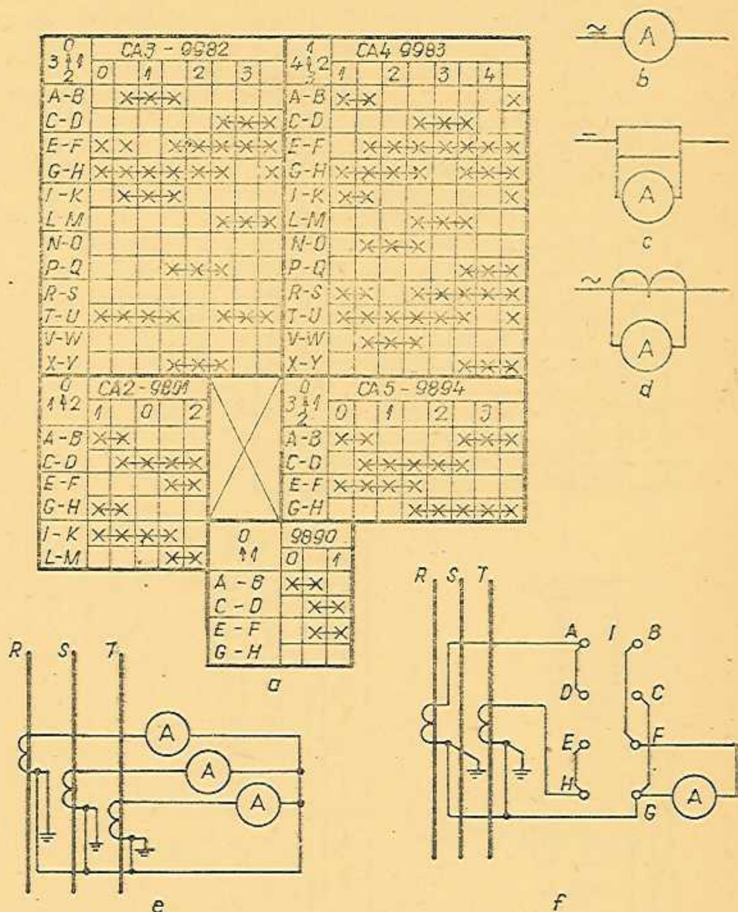


Fig. 4.6. Conectarea ampermetrelor:

a — diagramele comutatoarelor ampermetrice (v. § 4.3.1 — nota 3; conectarea ampermetrelor: *c* — prin șunt, (v. § 4.3.1 — *b* — direct, nota 2); *d* — pe o fază, prin transformator de curent; *e* — trifazat, prin transformator de curent; *f* — pe două faze, prin transformator de curent cu un ampermetru cu comutator.

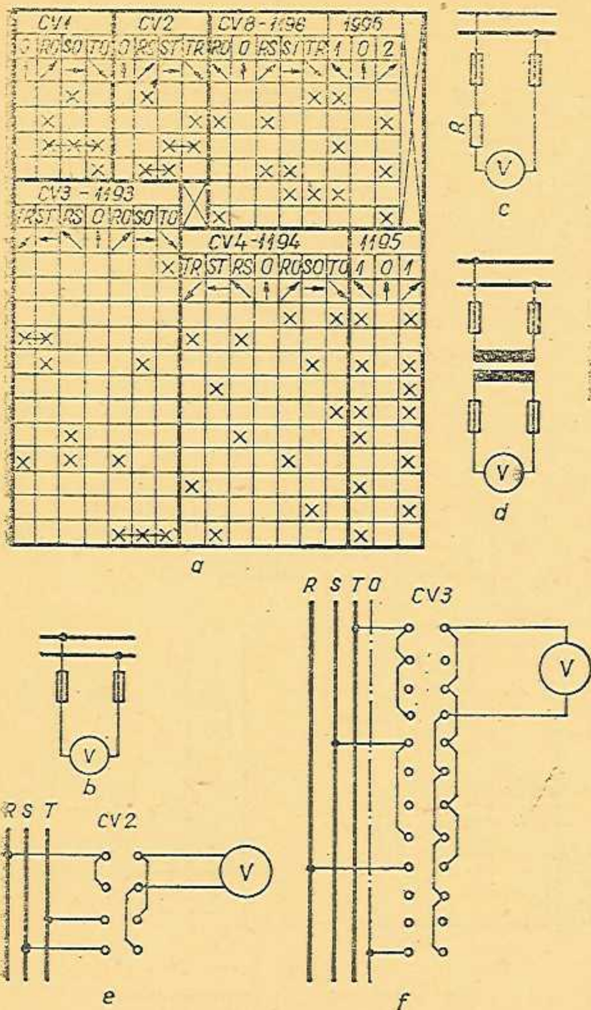


Fig. 4.7. Conectarea voltmetrelor:

a — diagramele comutatoarelor voltmetrice (v. § 4.3.1 — nota 3); conectarea voltmetrelor: *b* — direct; *c* — cu rezistență adițională; *d* — prin transformator de măsură; *e* — prin comutator pentru măsura tensiunii între faze; *f* — idem, plus pe faze.

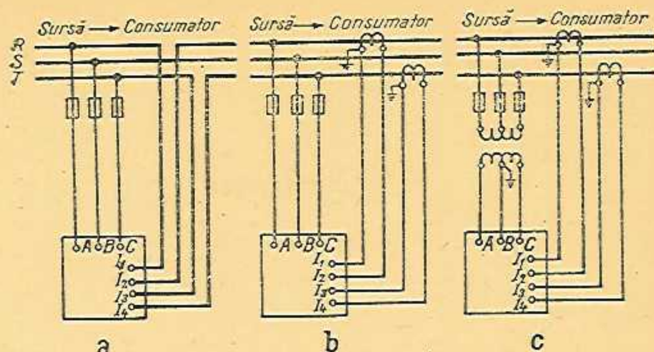


Fig. 4.8. Conectarea wattmetrelor și varmetrelor:

a — directă; *b* — directă pentru circuitele de tensiune și prin transformator de măsură pentru circuitele de curent; *c* — prin transformatoare de tensiune și de curent.

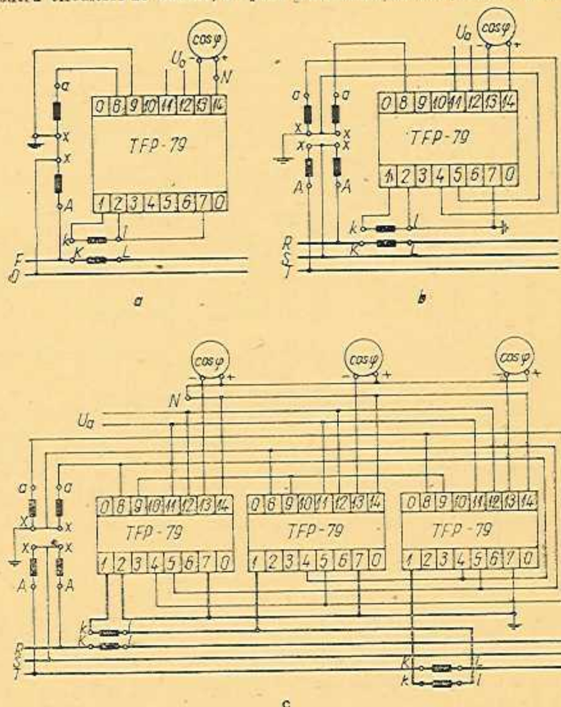


Fig. 4.9. Conectarea cosfimetrelor de tablou cu traductoare electronice pentru curenți mai mari de 5 A:

a — în rețea monofazată; *b* — în rețea simetric încărcată; *c* — idem, dezechilibrată.

4.3.2. *Aparate pentru măsurarea energiei electrice*

Tipul	U_n, V	I_b, I_M, A	S. sarcină, %	CP	Consumul U/I, VA	Gabaritul maxim, mm
1	2	3	4	5	6	7
			Contoare monofazate de energie activă			
1CM4A	110; 220	2,5; 5; 10;	200	2	8/2,5	123×211×116
10CM4	125; 127	15; 20;	300	2	8/2,5	123×211×116
3CM4	220; 230; 240	25/50	400	2	8/2,5	123×211×116
5CM4	127; 220	2,5÷25/50	200	2	8/2,5	123×211×116
6CM4	110; 120	2,5÷25/100	300	2	8/2,5	143×195×128
7CM4	125; 127	2,5÷25/50	400	2	8/2,5	123×211×116
1CM5	220; 230; 240	2,5÷25/50	500	2	8/2,5	123×211×116
			Contoare trifazate de energie activă CA și reactivă CR cu simplă înregistrare			
T-2CA32	3×100; 380	5÷20; 1; 5	125	2	6/2,5	183×326×142
T-2CR32	3×100; 380	5÷20; 1; 5	200	2,5	6/5	183×326×142
T-2CA32P	3×100	1; 5	300	1	4,5/4	183×326×142
T-2CR32P	3×100	1; 5	400	1	4,5/4	183×326×142
T-2CA43	3×220/380	5÷50; 1; 5	125	2	6/2,5	183×326×142
T-CR43	3×380	5÷30; 1; 5	200÷	2,5	6/4	183×326×142
T-2CA43P	3×220/380	5	÷400	1	6/5	183×326×142

1	2	3	4	5	6	7
Contoare trifazate cu dublu tarif și ceas de comutare						
1CA2IMDT + ceas	3× 100; 380	1; 5	idem	1; 2	6/2,5	207× 400× 160
CPAzz	220	–	–	–	5,4+3,7W	90× 158× 81
BMT	contor T-2CA32(43) + ceas CPAzz + suport					355× 365× 192
Contoare cu generator de impulsuri și teletotalizator						
2T-2CA32GI + 2TT6	3× 100	5	idem	1; 2	max. 1	183× 326× 142
	100	6 intrări	–	–	3,7	330× 260× 185
3T-2CA32GI	v. nota 2	5	idem	1; 2	max. 1	183× 326× 142
4T-2CA32GI	3× 100	5	idem	1; 2	max. 1	183× 326× 142

Notă. 1. Simbolizări neevidente: I_b/I_M – curentul de bază/maxim; *CP* – clasa de precizie; *U/I* – circuit de curent/auxiliar; *2IMDT* – cu 2 indicatoare de maximum și dublu tarif.

2. Pentru $U_n = 3 \times 100$ V și $I_b = 1; 5$ A conectare prin transformatoare de măsură. Tipul 3T-2CA32GI pentru 110 ... 6/0,1 kV în 12 variante A···B.

3. În fig. 4.10 se dau schemele de conectarea contoarelor din tabelul de mai sus.

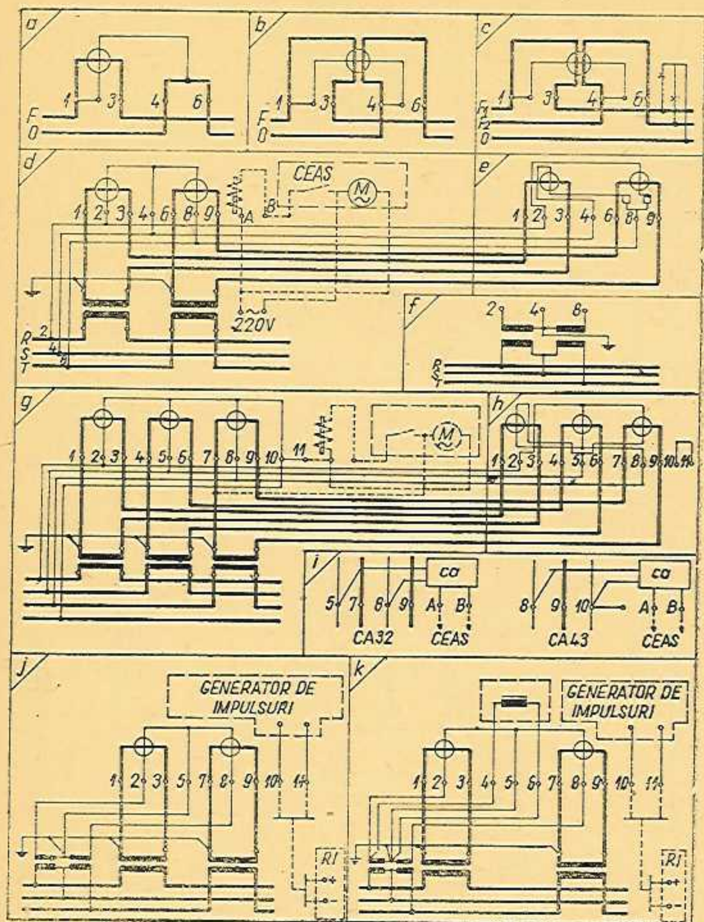


Fig. 4.10. Conectarea contoarelor:

a — 1, 3, 5, 6, 10CM4, 1CM5; *b* și *c* — 7CM4 *d* — T2-CA32 (linie plină) și BMT (linie plină și punctată) prin transformatoare de curent; *e* — T2-CR32 prin transformatoare de curent; *f* — împreună cu *d* și *e* — conectarea circuitelor de tensiune prin transformatoare de măsură; *g* — T2-CA43 (linie plină) și BMT (linie plină și punctată) prin transformatoare de curent; *gh* — T2-CR43 — idem; *i* — 1CA2IMDT (s-au marcat numai bornele contoarelor pentru înțelegerea racordării CA — circuitelor auxiliare); *j* — 2T-2CA32GI (RI — receptor de impulsuri); *k* — 3T-2CA32GI.

4.8.8. *Aparae electrice pentru măsurarea mărimilor neelectrice*

Tipul	Domeniul de măsurare – scară	CP	*M*, kg	Gabaritul, mm
1	2	3	4	5
Miliampermetre și voltmetre magnetoelectrice indicatoare pentru semnal unificat (%, O, Q, L, pH, P etc.)				
M10	100 μA – 90°–46 mm	1,5	0,09	48×48×46
M62	0÷10; 2÷10 mA – 30°–75 mm	1,5	0,70	70×155×165
1MK-63	0,1÷0,5 V – 85°–45 mm	2,5	0,13	⌀63,5×52
2MQ-48	v. nota 2 – 90°–28/26 mm	2,5	0,11	48×48×90
2MQT-96	0÷2500 rot/min – 240°–135 mm	1,5	0,40	96×95×85
2MKT-80	0÷3000 rot/min – 240°	1,5	0,50	⌀80×12p
1MP 42	2÷10 mA – 40°–39 mm	2,5	0,10	42×16×28
1MP 64	45 μA – 40°–48 mm	2,5	0,13	64×31×89
AID	I/O – 100%; II/50-0-50% – 60°–63 mm	2,5	0,30	53×80×105
Aparate indicatoare de profil				
MI 72	10 mV, 3 Ω/mV – 45°–50 mm	1,5	0,60	72×36×102
MI 96	10 mV, 8Ω/mV – 47,5°–64 mm	1,5	0,60	96×48×116
MI 144	8 mV, 10 Ω/mV – 60°–100 ,mm	1,5	2,50	144×72×172
MI 192	8 mV, 12 Ω/mV – 45°–125 mm	1,5	3,50	192×96×233
AI 72	5, 10, 20 mA cu zero mecanic	1,5	0,60	72×36×102
AI 96	decalat sau nedecalat	1,5	0,60	96×48×116
AI 144	5, 10, 20 mA cu zero mecanic	1,5	2,50	144×72×172
AI 192	decalat sau nedecalat	1,5	3,50	192×96×233
LI 72	20 mA, 6 sau 24 V – 45°–50 mm	1,5	0,60	72×36×102
LI 96	20 mA, 6 sau 24 V – 57,5°–64 mm	1,5	0,60	96×48×116
LI 144	20 mA, 6 sau 24 V – 60°–100 mm	1,5	2,50	144×72×172
LI 192	20 mA, 6 sau 24 V – 45°–125 mm	1,5	3,50	192×96×233

1	2	3	4	5
	Aparate regulatoare			
MR 192	Prin înțelegere furnizor-beneficiar	1	–	192×96×265
LR 192	Prin înțelegere furnizor-beneficiar	1	–	192×96×265
AR 192	0÷20, 10, 5 mA; 1÷5; 2÷10; 4÷20 mA	1	3,50	192×96×265
MRN 192	5÷0÷5 mA	1	–	192×96×265
1RT 96	S_e – 2÷10; 2÷20 mA (v. nota 4)	1	–	192×96×265

Notă. 1. Împreună cu traductoarele corespunzătoare indică sau reglează mărimi neelectrice ca: 0 – temperatură, *P* – presiune, *Q* – debit, *L* – lungimi, nivel, *pH* etc.

2. Aparatul dublu indicator *2MQ-48* are 2 mecanisme de măsurare independente; variante și domenii de măsură:

Mec. I	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
Mec. II	–	–	–	–	B5	B1	B2	B3	B4
D	–20÷0÷20 μA			–50÷0÷ 50 μA	–300÷ 0÷300μA	0÷600 μA	0÷20 mA	0÷3 V	0÷10 V
R, kΩ	6	13	50	2	0,325	0,325	0,075	0,01/V	0,01/V

3. Milivoltmetrele regulatoare *MR192* cuplate cu reacțiile electronice tip *RMC-3*; *4* realizează un regulator *PI* – proporțional-integral.

4. Regulatorul electronic *1RT-96* este destinat reglărilor de temperatură; pentru alte mărimi neelectrice poate fi utilizat numai după convertirea acestora în semnal unificat sau în variație de rezistență.

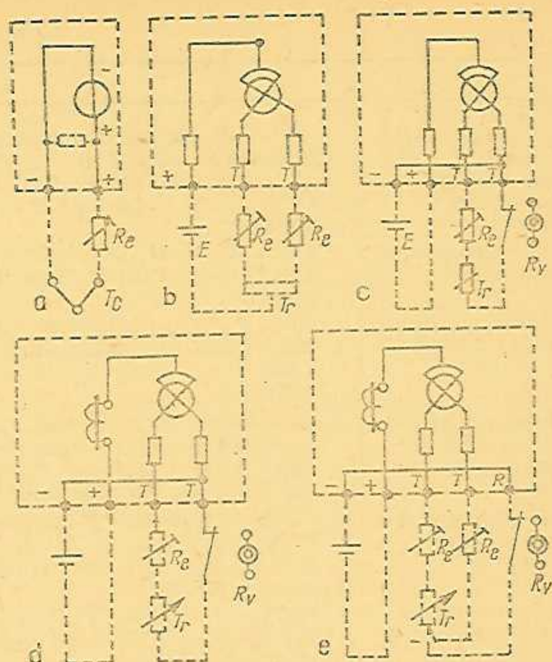


Fig. 4.11. Exemple de conectarea aparatelor electrice de măsurat mărimi neelectrice:

a – tip MI; *b* – tip LI-72p, 96p cu 3 fire; *c* – idem, cu 2 fire *R* – rezistență de linie, *R* – rezistență de verificare, *T* – termo-rezistență).

4.3.4. *Aparate și instalații pentru încercări și verificări electrice*

Denumirea – tipul	Datele principale
1	1
Ampermetru portabil de curent alternativ – *AP-5*	Variante: 51 – 0,2/1 A; 52 – 1/5 A; 53 – 5/20 A; *CP* – 1; *M* = 1,6 kg; *G* – 183×167×82 mm
Voltmetru portabil de curent alternativ – *VP-VP5*	Variante: 51 – 30/75 V; 52 – 150/300 V; 53 – 300/600 V; *CP* – 1; *M* = 1,6 kg; *G* – 183×157×82 mm

1	2
Voltmetru portabil de c.a. – *VAP-5*	U_n = 100, 200, 380 V; scală (U_n = 100 V) – 0,5÷400 V; *CP, M, G* – v. VP-5
Voltmetru cu scală dilatată – *VSD*	U_n = 100, 200, 380 V; D_m – 0,5÷400 V; *CP* – 1; *M* = 1,6 kg; *G* – 144×144×107 mm
Indicator de continuitatea circuitelor ICC-4	D_m – 50 000 Ω; *M* – 230 g; *G* – 85×72×54 mm. Poziție orizontală de funcționare
Megohmmetru tranzistorizat – *MT* (portabil)	*CP* – 2,5; D_m – MT50/10–0,5÷100 MΩ-500; 1 000 V; MT25–0÷2 000 M – 2 500 V; *M* = 2,2 kg; *G* – 150×230×120 mm
Dispozitiv pentru reglarea tensiunii – *ATR* (în inst. fixe, mobile)	U_r = 0÷250 V, 50 Hz; I_M = 50 A; U_a = 220 V, 50 Hz; acționare manuală/electrică: *M* – 60/80 kg; *G* – 260×340×720 mm/340×340×720 mm
Instalație pentru arderea defectelor în cablu JT – *TAD-10*	P_n/P_i = 10/40 kVA; U_a/U_1 = 220 V/7; 14 kV; $I_{2\infty}$ = 2; 1 A; I_{2s} = 8; 4 A; *M* = 90 kg; (P_i – de scurtă durată; pauză – 60 min)
Instalație pentru arderea defectelor în cablu JT de c.a. – *TD-2*	P_n/P_i = 5/20 kVA; U_a/U_1 = 220 V/0,5; 1; 2 kV; $I_{2\infty}$ = 10; 5, 2,5 A; I_{5s}=40; 20; 10 A; *M* = 50 kg
Trusă pentru încercarea cablurilor *TIC* – 60 kV și descărcătoarelor *TIC-DRV*	U_a = 220 V; U_i = 60 kV c.c., 42 kV c.a.; S_a = 880 VA; *G* – transformator IT – 427×242×333 mm, pupitru – 465×280×2980×195 mm, redresor IT – ø145×500 mm, ștangă – 500 mm; *M* = 46+14++9+0,7 kg
Generator de impulsuri pentru detectarea defectelor în cabluri cu metoda acustică – *GIDC*	(2 baterii condensatoare 1 μF, 20 kV c.c. + rezistență de limitare curent încărcare condensatoare + eclator + ștangă pp + ștangă acționare eclator; U_a/G = 20/2; 40/0,5 kV/μF
Decalor monofazat de unghi – *DMU*	(Verificare relee de distanță, direcționale etc.); U_a = 3×100, 110, 220, 380 V, σ_r = 0÷360°; *M* = 15 kg; *G* – 360××275×244 mm
Trusă de curent – *TC-12* (transformator monofazat cu prize + tc)	(Încercare relee primare și alte aparate cu I_M = 1 200 A); U_a = 220 V c.a.; I_r=100, 200, 300, 400, 600, 1 200 A; *M* g
Trusă de curent și tensiune – *TCT-2*	U_a = 220 V c.a.; I_r = 5, 10, 20 A; U_r = 110, 220, 440 V; *M* = 20 kg; *G* – 400×200×300 mm

1	2
Trusă pentru încercarea izolației — *TCS-2*	$U_i = 0 \div 2$ kV; ardere defect $I_M = 100$ mA; $U_a = 220$ V; $M = 20$ kg; G — 403×215××400 mm
Trusă pentru măsurarea rezistenței prizelor de de pămînt — *APP-3*	D_m (comutabil) 1, 10, 100, 1 000; M — trusă — 4,3 kg, rastel — 10 kg; G — (145××245×195) + (780×150×100) mm
Grup de frecvență 150 Hz — *GFM* (verificarea izolație transformatoare tensiune inductivă 6÷110 kV)	$U_a = 3 \times 380/220$ V c.a.; $I_{am} = 12$ A; $U_{2r} = 0 \div 380$ V, $f_2 = 136 \div 144$ Hz; $I_{2M} = 20$ A; M — motor-generator — 115 kg, pupitru c — dă — 41 kg, cordoane legături — 5 kg; G — (103×365×586) + + (805×285×375) mm + (4÷5) m
Trusă de curent 2 000 A cu raport multiplu — *TCRM* (verificarea k_i la transformatoare de curent)	$U_a = 220$ V, 50 Hz; $U_s = 28$, 14, 7 V (în gol); $I_{aM} = 60$ A, $I_{sM} = 500$, 1 000, 2 000 A; M — transformator — 85 kg, pupitru — 21 kg, cordoane și cleme — 75 kg; G — (500×405×650) + (405××260 × 350) mm + 8 cordoane × 4 m — 150 mm²
Transformator de curent 1 000 VA — TC-1 000 (anexă la *TVR*)	$U_a = 200$ V c.a.; $I_r = 5$, 10, 20 A; $S_n = 100$ VA — 1 h, 3 000 VA — 10 s; $M = 12$ kg; G — 220×220×170 mm
Trusă de măsură rezistențe ohmice la transformatoare — *TMR*	(Prin metoda ampermetrului și voltmetrului); $U_a = 3 \times 220/380$ V; $U_2/I_2 = 5/$ /80; 10/40; 20/20 V/A; $S_a = 750$ VA; $M =$ 28 kg; G — 330×735×470 mm
Cleşte voltampermetru de JT — *CJT* (pentru curent alternativ)	D_m — 10÷1 000 A, 300; 660 V; CP — 2,5; $U_M = 650$ V; conductor măsurat $\varnothing_M = 70$ mm; M — cleşte — 1,5 kg, husă — 650 g
Indicator de tensiune fonic de 110 kV — *IFU*	$U_n = 110$ kV; $U_a = 3$ V c.c.; semnal —85 dB — 2 000 Hz; $M = 1{,}8$ kg; $L = 1{,}2/3$ m
Aparat de determinare rigiditatea dielectrică uleiuri — *ARU-3*	$U_a = 220$ V c.a.; $U_i = 0 \div 60$ kV; V ulei = = 500 cm³; $M = 50$ kg; G — 570×560××415 mm (U_i — tensiunea de încercare)
Frecvențmetru numeric 40÷60/10÷9999 Hz *FRANC*	D_m — v. „Denumire"; afișaj — 4 c.z.; $U_a =$ ×220 V, 42÷52 Hz; $M = 4{,}8$ kg; G — 320××220×140 mm (verificare relee de frecvență)
Fazmetru numeric — *DEMN*	D_m — 0÷350°; afișaj — 3 c.z.; $U_a = 220$ V, 48÷52 Hz; $M = 5{,}4$ kg; G — 320×220××140 mm

1	2
Cronometru numeric de verificare relee protecție — *SEVER*	(Măsoară timp acționare/revenire); D_m — 0÷÷999 ms/0÷9 999 ms; afișaj — 3 c.z.; M = 3,9 kg; G — 275×200×150 mm
Generator semnale pentru cabluri *GS-51* (localizează defecte)	f_1 = 900 Hz; 10 kHz; S_e — dreptunghiulare U_a = 220 V; M — aparat — 9 kg, antenă — 650 g; G — (265×230×170) + (271×183××38) mm
Aparat pentru testat cabluri — *CABLO-TEST*	D_m — 10÷200 μs; U_a = 220 V c.a.; M = 11 kg; G — 382×400×174 mm
Generator de semnal de cabluri — *GS-1,5* (alimentat la baterie)	(Identifică cablul avariat după săpătură); U_a = 12 V; S_e — dreptunghiular; M — aparat — 2,1 kg, baterie — 0,2 kg, antenă — 65g
Receptor semnale pentru cabluri — *RS-01* (localizează defecte, manșoane, traseu, determină adîncimea)	U_a = 9 V c.c.; I_a = 10 mA; M — receptor — 2 kg, traductor inductiv (sonda) — 600 g, traductor acustic (geofon) — 800 g, cască radio; G — (235×185×82) + (⌀14×750 — tija + ⌀40×140 — bobină) + (⌀5×550 tijă + ⌀58×110 — corp)
Cronometru numeric de verificare contoare *ONEST*	D_m — 0÷9 min; afișaj — 4 c.z.; U_a = 220 V, 48÷52 Hz, M = 3 kg; G — 242×155××115 mm precizie — ±0,1 s
Generator de precizie de 50 Hz — *GP-50* (reglare, verificare, etalonare, traductoare de frecvență, frecvențmetre	D_m — 30÷69, 99 Hz; unde sinusoidale; U_a = 220 V c.a.; M = 12 kg; G — 469××207×413 mm. Cu amplificator de puteri verifică și relee de frecvență precizie^{-4} — pînă la $3 \cdot 10^{-4}$
Dispozitiv de măsurare a defazajelor dintre mărimi sinusoidale — *FAVE*	În plus măsoară modulul tensiunii și curentului și indică succesiunea fazelor; U_a = 220 V; S_a = 5 VA; M — 7,2 kg aparat + 0,5 kg — clește ampermetric
Indicator numeric *U/I* de verificarea releelor de distanță — *DIRZ*	D_m = 0÷9,99/0÷99,9; afișaj — 3 c.z.; U_a = 220 V, 48÷52 Hz; S_a = 15 VA; M = 6,2 kg; G — 320×220×140 mm
Amplificator de putere pentru utilizări PRAM — *APRAM*	(La verificarea releelor de protecție, traductoarelor de curent, tensiune, frecvență, putere și altor echipamente cu mărimi mari de intrare; U_i = 0÷01/1/10 V; U_e = 0÷150 300 V; U_a = 220 V

1	2
Stand de laborator pentru probe electrice — *SLE-2* (masă lucru + pupitru comandă și alimentare + panou măsură)	(Pentru verificarea și repararea aparatelor cu instalații electrice); U_a — 220 V, 50 Hz; $U_{s1} = 0 \div 3$ V — 0,02 A; $U_{s2} = 220$ V — 6 A, $0 \div 250$ V — 6 A, $0 \div 8$ V — 6 A; 220 V — 1,5 A; $U_{s3} = 0 \div 220$ V — 4 A c.c.
Indicator de succesiune a fazelor — *DSF*	În rețele de 3 × (60 ÷ 500) V, 50 Hz între faze; M = 500 g; G — 85 × 140 × 60 mm

Notă. 1. Aparatajul este produs de ICEMENERG și poate intra în dotarea serviciului energetic de întreprindere.

2. Simbolizări: *CP* — clasă de precizie; U_r, U_l, U_i — tensiune de reglaj, lucru, încercare; P_i — putere intermitentă; $I_{2\infty}$ = curent secundar de durată; B_r — unghi de reglaj; *M* (indice) — maxim; M, G, D_m, I_M, U_a, U_e, S_a — v. § 4.1.5; c.z.-cifre zecimale.

4.4. Aparate de semnalizare

Denumirea — codul	U_n, V	Echiparea	Gabaritul, mm
Lampă de semnalizare-666	24 c.c.	bec BA9S/3W	45 × 45 × 58
Idem, cu transformator-667	380; 220	bec BA7s/2W	54 × 54 × 110
Idem, cu tr. și pîlpîire-184	24	transf. 2 VA	54 × 54 × 132
Lampă semnalizare-649	220	bec 15 W	⌀ 34,5 × 85
Claxon (hupă)-70465	24, 110, 220 V c.a., c.c.; 12; 175 V c.c.		
Claxon (hupă)-UCMB	220 V c.a. — 6 A		135 × 76 × 215
Hupă electronică-IPA	40 V, 220 V c.a., 100 dB		267 × 200 × 135

Notă. 1. Lămpile de semnalizare sînt produse de IAEI-Titu. Culorile vizoarelor: roșu, portocaliu, galben, verde, albastru, incolor, transparent. Releele de semnalizare — v. § 4.1.4.5.

2. Claxonul 70465 — *Electrotehnica* are variantele codificate: cod/V. c.c. — *A*/175, *G*/220, *H*/110, *J*/24, *K*/12; cod/V c.a. — *D*/220, *E*/110, *F*/24. Consum 200 mA. Execuție: normală, IP54.

4.5. Echipamente pentru instalații de acționare măsurători și control în construcție antiexplozivă

Denumirea. Categorii de protecție	Codul	Conținutul (v. nota 1)	Gabaritul mm
Cutie de comandă și semnalizare. Cod 2191-IP33, rest-IP54; toate — Ex.e.d.IIB.T5 sau Ex.e.d.IIC.T5	7000	1+3+4+5	88×305×110
	7000A	2+3+4+5	58×303×110
	7020	1+3+4+5	88×305×100
	7020A	2+3+4+5	58×303×110
	2182	1+3+4+5	115×295×100
	2183	1+3+4+5	115×295×100
	2184	1+3+4+5	115×295×100
	2191	2+4	⌀51×56
	3799	1+4	130×227×137
Cutie cu microîntreruptoare, butoane și limitatoare. IP54 Ex.d.IIC.T5 + Ex.e.II.T5	2294	6+8	⌀52×140
	6145	7+9	174×206×109
	6146	7+9	175×210×95
Cutie cu electromagneți. IP54 + Ex.d.IIC.T5	2295	6+10	215×445×170
	2296	6+9+11	255×479×200
Cutie aparate măsură. IP54 + Ex.d.IIC.T6 + Ex.e.II.T6 (borne)	2185	1+13	325×210×166
	2185	14+15	360×182×180

Notă. 1. Conținut: *1* — carcasă cu siguranță mărită din siluminiu; *2* — idem, din masă plastică; *3* — soclu lampă *E14* cu protecție antideflagrantă; *4* — butoane de comandă în construcție antideflagrantă; *5* — lampă de semnalizare *LSC-1* (cu neon și rezistență inclusă) și *LSeT-12*; 24 V/3 W; *6* — carcasă din tablă sudată; *7* — idem, din fontă; *8* — limitator cod 7401 turnat în napoacril; *9* — microîntreruptor; *10* — electromagnet tip *IFMA*-70 daN; *11* — idem, 95 daN; *13* — ampermetru *IEQ96* sau *IEQ144*; *14* — transformator 220/24 V c.a.; *15* — logometru indicator *LI96p*.

2. Caracteristicile electrice sînt cele ale aparatelor componente. Producție ELECTROCONTACT — Botoșani.

5. LĂMPI ȘI CORPURI DE ILUMINAT

5.1. Lămpi electrice

5.1.1. *Lămpi cu incandescență*

	Specificație	P_n, W	Φ_l, lm		Filet	t_f, h
Lămpi electrice de tensiune normală	Tensiune nominală, V	—	120	220	—	—
	Becuri oglindate	40	290	240	E27/27	1000
	pentru iluminat	60	460	380	E27/27	1000
	local, NI 1398-54	100	900	780	E27/27	1000
		150	1560	1320	E27/27	1000
	Becuri clare pentru	25	217	190	E27/27	1000
	iluminat general,	40	372	312	E27/27	1000
	STAS 6115/1-80	60	613	517	E27/27	1000
		75	840	690	E27/27	1000
		100	1210	1040	E27/27	1000
		150	2080	1770	E27/27	1000
		200	2880	2540	E27/27	1000
		300	5000	4580	E27/30	1000
		500	8800	8250	E40/45	1000
		1000	18800	18500	E40/45	1000
	Becuri ornamentale	25 ss	195	—	E14/25	1000
	sferice OP sau lu-	25 ds	260	205	și	1000
	minoase OL,	40 ss	370	—	E27/27	1000
	STAS 9419-82, 84	40 ds	475	350	idem	1000
Lămpi electrice de tensiune redusă	Tensiunea nominală, V	—	24	12	—	—
	Becuri rezistente la	25	245	—	E27/27	1000
	trepidații, NID	40	420	—	E27/27	1000
	2388-68	60	655	—	E27/27	1000
		100	1160	—	E27/27	1000
	Lămpi pentru săli	35	—	525	B15s/19	100
	de operații,				BA20d/24	
	NID 2007-66					

5.1.2. *Lămpi fluorescente tubulare*

Simbol — P_n, W	Tub fluorescent Ø11× lm	Ø12× lm	Ø12× lm	Ø13× lm	Balast Tip	cos φ	I_n, A	Tip starter
LFA-14	450	580	360	390	BIA-14	0,25	0,39	SLB-20
LFA-20	860	1100	720	740	BIA-20	0,35	0,37	SLB-20
LFA-40	2150	2700	1850	1790	BIA-40	0,5	0,43	SLA-40
LFA-65	3600	4400	2800	3000	BIA-65	0,5	0,67	SLA-65
LFR-20	800	1020	700	700	BID-20	0,35	0,37	—
LFR-40	2100	2700	1850	1780	BID-40	0,5	0,43	—
LFA-20/W	—	1100	—	—	BIM-20	0,35	0,37	SLA-20
LF-D28/20W-2	—	1200	—	—	BIA-20	0,35	0,36	SLU-01
LF-D28/40W-2	—	3000	—	—	BIA-40	0,5	0,43	SLU-01

Notă. 1. Tensiunea nominală a balastelor — 220 V; durata — 6500 h/an, tensiunea nominală a starterelor — 198 ... 242 V, exceptînd SLU care au 198 ... 264 V.

2. Producție — Întreprinderea de cinescoape București.

3. Lămpile LF-D28 cu diametru redus se pot schimba fără modificări cu lămpile standard.

5.1.3. *Lămpi cu vapori de înaltă presiune*

Balon fluorescent Tipul — P_n, W	Øl, lm	Balast Tipul	U_n, V	I_n, A	cos φ	Alte accesorii
1	2	3	4	5	6	7
	Lămpi cu vapori de mercur					
LVF 80	3 100	BVA 80	220	0,8	0,4	Condensator 6,3 μF
LVF 125	5 500	BVA 125	220	1,15	0,5	Condensator 10 μF

1	2	3	4	5	6	7
LVF 250	11 700	BVA 250	220	2,15	0,55	Condensator 20 μF
LVF 400	20 500	BVA 400	220	3,25	0,6	Condensator 25 μF
	Lămpi cu vapori de sodiu					
LPN 175	13 000	BNA 175	220	2,15	0,4	Dispozitiv electronic de amorsare (igniter) tip DA-0,5, 187 ... 242 V la toate lămpile
LPN 250	18 000	BNA 250	220	3,00	0,42	
LPN 400	38 000	BNA 400	220	4,40	0,44	
LPNT 250	20 000	BNA 250	220	3,00	0,42	
LPNT 400	40 000	BNA 400	220	4,40	0,44	

Notă. 1. Durata de funcționare 6 000 h/an. Se recomandă: *LVF*, în hale industriale cu înălțimi de 7 ... 15 m; *LPN*, *LPNT*, idem, peste 15 m și în exterior.

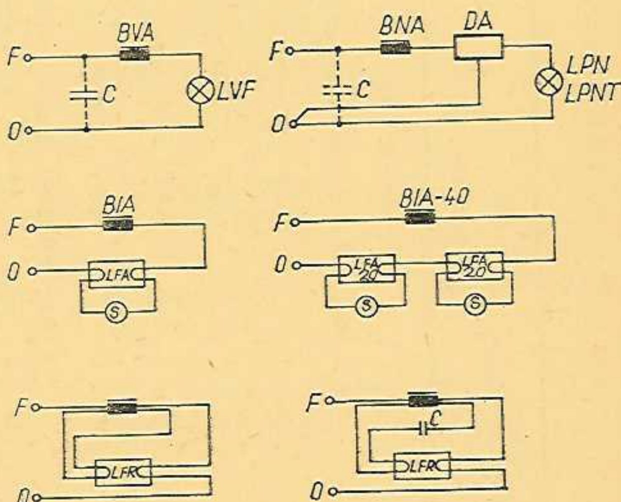


Fig. 5.1. Scheme electrice de conectare a lămpilor fluorescente (se citesc cu tabelele 5.2.1 și 5.3.2).

5.2. Corpuri pentru iluminat fluorescent

5.2.1. *Caracteristici generale*

Simbolul nr. lămpii × W/lampă	cos φ	Gabaritul, $L \times l \times H - D$, mm	Protecția	Masa, kg
1	2	3	4	5
Corpuri pentru iluminat interior 220 V c.a.				
FIA(S)-01 – iluminat general în încăperi industriale, administrative				
120	0,96	630×92×110(1135)–200	IP20	2,1(3,0)
140	0,95	1240×92×110(1135)–980	IP20	2,9(3,6)
165	0,82	1540×92×110(1135)–980	IP20	4,1(4,8)
220	0,97	630×128×110(1135)–200	IP20	2,3(3,0)
240	0,99	1240×128×110(1135)–980	IP20	3,9(4,6)
265	0,82	1540×128×110(1135)–980	IP20	5,5(6,2)
340	0,86	1240×216×110(1135)–980	IP20	4,6(5,3)
365	0,80	1540×216×110(1135)–980	IP20	6,6(7,3)
420	0,95	630×216×110(1135)–200	IP20	3,4(4,1)
440	0,99	1240×216×110(1135)–980	IP20	6,2(6,9)
FIA-03 – iluminat general în încăperi industriale, administrative				
220	0,97	621×150×55–406	IP20	2,0
240	0,99	1232×150×55–875	IP20	3,4
265	0,92	1532×150×55–975	IP20	3,9

1	2	3	4	5
FIRA(S) – iluminatul încăperilor industriale				
01-240	0,99	1256×250×115(1140)–748	IP20	5,6(6,3)
01-265	0,82	1557×250×115(1140)–735	IP20	8,0(8,7)
01-440	0,99	1256×350×165(1190)–1180	IP20	9,0(9,7)
01-465	0,95	1557×350×165(1190)–1480	IP20	10,9(11,6)
02-240	0,99	1256×330×176(1200)–748	IP20	6,6(7,3)
02-265	0,82	1557×330×176(1200)–735	IP20	9,3(10,0)
02-440	0,99	1256×400×210(1235)–1180	IP20	10,0(10,7)
02-465	0,95	1557×400×210(1235)–1480	IP20	12,2(12,9)
FIAG(S) – în încăperi industriale cu înălțime mică sau medie, săli de proiectare, birouri, școli, magazine				
01-340	0,86	1240×235×145(1170)–980	IP20	6,6(7,3)
01-365	0,80	1540×325×145(1170)–980	IP20	9,0(9,7)
01-420	0,95	630×325×145(1170)–200	IP20	4,4(5,1)
01-440	0,99	1240×325×145(1170)–980	IP20	8,1(8,8)
FIDA(S) – idem, ca mai sus, plus: saloane, hoteluri, restaurante				
03-120	0,96	650×94×111(1135)–490	IP20	2,5(3,2)
03-140	0,95	1260×94×111(1135)–624	IP20	3,5(4,2)
03-220	0,97	660×180×111(1135)–440	IP20	3,3(4,0)
03-240	0,99	1270×180×111(1135)–550	IP20	6,0(6,7)
03-265	0,82	1560×180×111(1135)–1200	IP20	7,9(8,6)
03-420	0,95	624×624×125(1150)–520	IP20	7,5(8,9)
07-120	0,96	630×106×130–406	IP20	3,0
07-240	0,95	1240×106×130–875	IP20	5,2

1	2	3	4	5
FIPAT – în mediu cu atmosferă corosivă dar neexplozivă				
01-114	0,25c	ø82×884	IP66	3,6
01-120	0,14c	ø82×1114	IP66	4,1
FIPAD – în mediu umed (IP44) sau cu praf sau scame (IP54)				
01-240	0,95	1325×190×140–840	IP44	10,5
02-240	0,90	1450×247×220–900	IP54	18,0
FIP(R)A – în mediu umed (95±3%) sau cu praf sau scame				
02-120	0,30	1077×102×141–418	IP54	4,2
02-140	0,90	1687×102×141–1026	IP54	6,2
02-165	0,80	1987×102×141×1328	IP54	7,0
02-240	0,95	1300×246×213–760	IP54	5,7(8,2)
02-265	0,95	1600×246×216–1060	IP54	5,9(8,6)
FIPRAG – (cu grătar) – în medii umede (95±3%) sau cu praf, scame				
240	0,95	1300×246×213–760	IP54	9,8
265	0,95	1600×246×216–1060	IP54	10,6
CFSM-01 – în medii cu epricol de explozie				
240P(N)	0,5	1525(1455)×240×216–900	IP54-T4	21,0(21,3)
AV – (cu balon LVF) – în medii cu pericol de explozie				
80P(N)	0,5	580(530)×300(220)	IP54 + Ex. d.e.I/II ABC.T4	13,6(13,5)
125P(N)	0,5	580(530)×300(220)		12,8(12,7)

1	2	3	4	5
HVSC – în hale industriale cu înălțimi peste 7 metri				
2250	0,94	⌀505×555	IP23	25,50
2400	0,94	⌀505×555	IP23	25,50
HVSC-05 – înlocuiesc HVSC cu aceeași utilizare				
2250	0,96	775×385×750	IP21	19,0
2400	0,92	775×385×750	IP21	20,0
Corpuri pentru iluminat exterior 220 V c.a.				
PVA-2a 1250	0,96	695×395×280	IP13	12,0
PVA-2a 1400	0,92	695×395×280	IP13	12,5
PVB-7Ap(c) 1125	0,94	990×430×350	IP23	20,0
PVB-7As(sh) 1250	0,94	990×430×350	IP23	19,5
PVB-7BMp(c) 1250	0,96	760×365×300	IP23	12,0
PVB-7BMs(sh) 1250	0,96	510×365×485	IP23	11,5
PVB-7Cp(c) 180	0,97	600×320×270	IP23	9,0
PVB-7Cp(c) 1125	0,89	600×320×270	IP23	7,0
PVB-7Dp(c) 2400	0,92	1200×480×410	IP23	30,0
PVB-7Ep(c) 11000	0,95	1050×540×440	IP23	82,0
PVB-8Ap(c) 1250	0,94	990×430×350	IP23	16,0
PVB-8As(sh) 1250	0,94	990×430×350	IP23	12,0

5.2.1 *(continuare)*

1	2	3	4	5
PVB-8Cp(c)180	0,97	600×320×270	IP23	7,0
PVB-8Cp(c)1125	0,89	660×320×270	IP23	7,0
PVB-8Ep(c)11000	0,95	1050×540×440	IP23	28,0
PVSB-7Ap(c)1400	0,92	990×430×350	IP23	22,0
PVSB-7As(sh)1400	0,92	630×430×565	IP23	20,0
PVSB-7Bp(c)1250	0,97	840×380×320	IP23	18,0
PVSB-7Bs(sh)1250	0,97	510×380×380	IP23	17,0
PVSB-8Ap(c)1400	0,92	990×430×350	IP23	18,0
PVSB-8As(sh)1400	0,92	630×430×565	IP23	16,6
PVSB-8Bp(c)1250	0,97	840×380×320	IP23	15,0
PVSB-8Bs(sh)1250	0,97	510×380×380	IP23	14,0
PVC-380	0,86	⌀770×490	IP23	19,0
PVC-3125	0,88	⌀770×490	IP23	21,0
PFP-1	0,5	⌀450+800	IP33	11,5
PFP-2	0,5	⌀450×800	IP33	15,0
PFP-3	0,5	⌀450×800	IP33	20,0

Notă. 1. Numărul și puterea lămpilor cu care se echipează corpurile de iluminat se pot deduce din simbol: *120* — 1 lampă × 20 W;*2250* — 2 lămpi × 250 W etc. În simboluri: *S* — suspendat de suport prin tijă; *G* — cu grătar dispersor; *p, c, s, h* — montaj în prelungire, în consolă, suspendat, pe cablu înclinat.

2. Forma corpurilor de iluminat și curbele fotometrice sînt arătate în fig. 5.2, 5.3, 5.4.

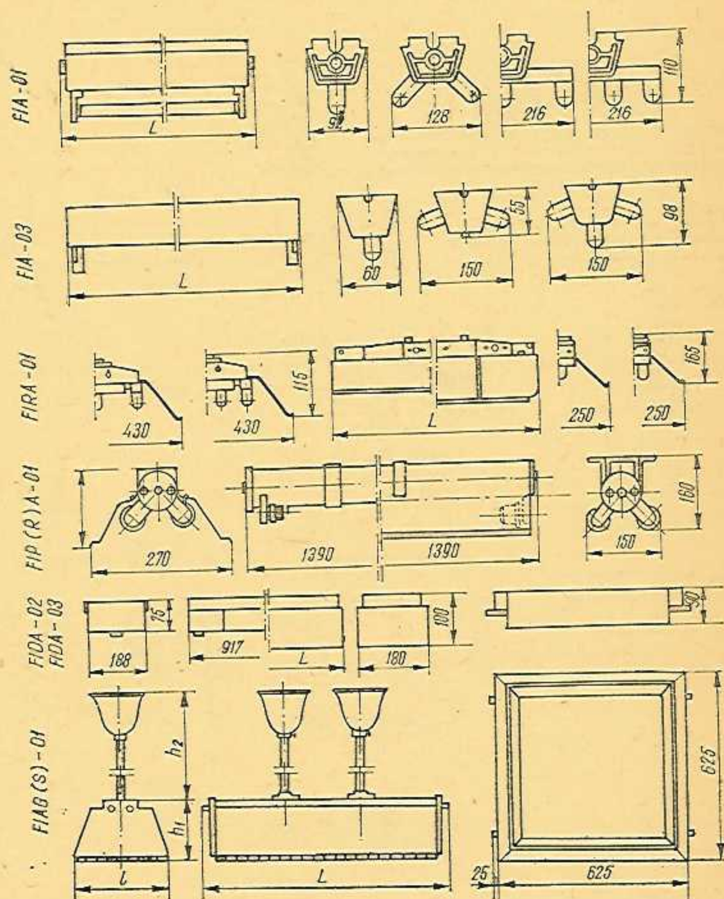


Fig. 5.2. Corpuri de iluminat fluorescente pentru lămpi tubulare.

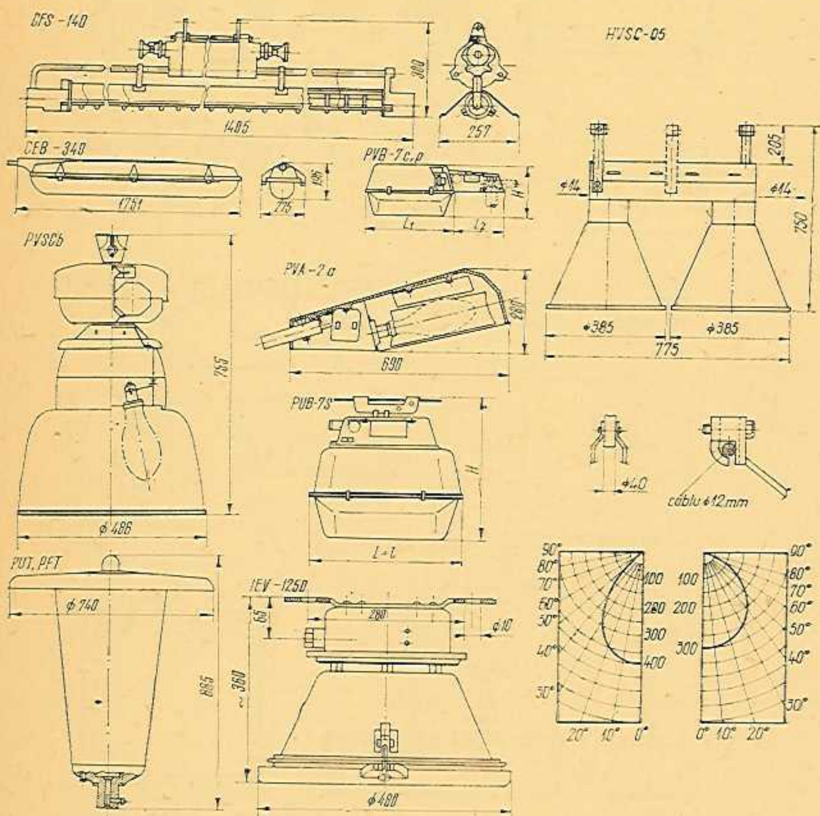


Fig. 5.3. Corpuri de iluminat pentru baloane fluorescente.

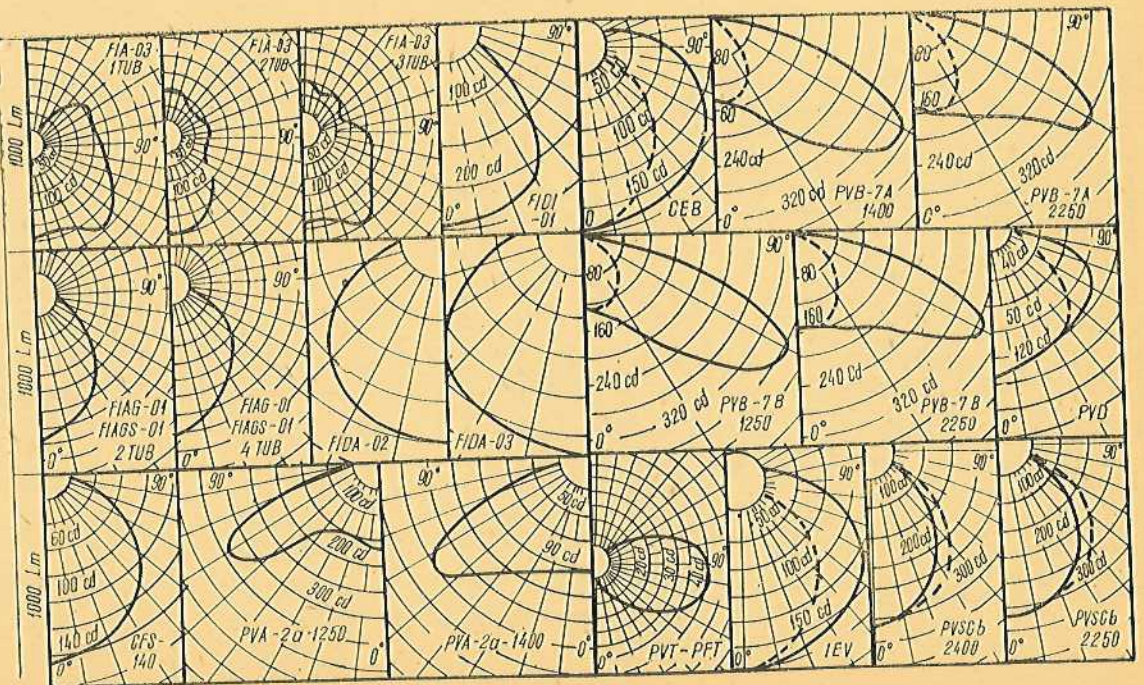


Fig. 5.4. Curbele fotometrice ale corpurilor de iluminat fluorescent.

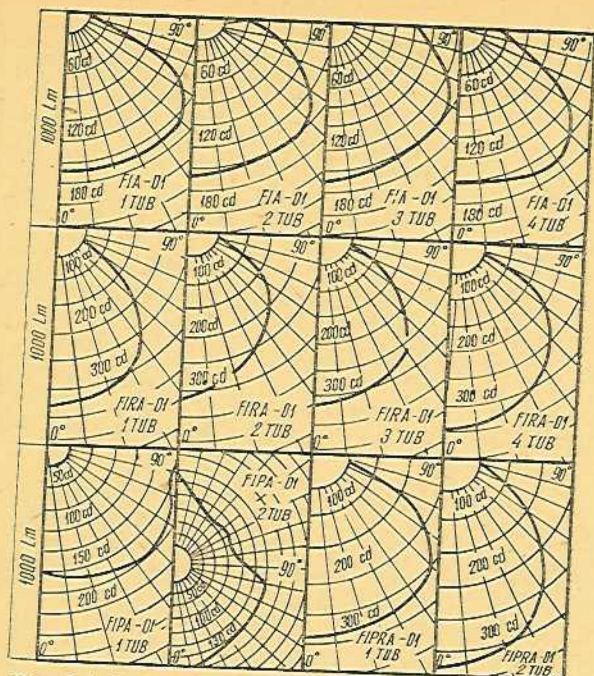


Fig. 5.4. Curbele fotometrice ale corpurilor de iluminat fluorescent.

5.2.2. *Coeficienţi de utilizare*

Factorul de reflexie	ρ_t	0,70			0,50			0,30		
	ρ_p	0,50	0,30	0,10	0,50	0,30	0,10	0,50	0,30	0,10
Corpul	i	Coeficienţii de utilizare, u								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
FIA(S)-01	0,60	0,38	0,31	0,26	0,37	0,30	0,25	0,36	0,29	0,25
	0,80	0,47	0,41	0,36	0,46	0,39	0,35	0,45	0,39	0,35
	1,00	0,52	0,46	0,42	0,51	0,46	0,41	0,49	0,44	0,41
	1,25	0,57	0,51	0,46	0,55	0,50	0,46	0,52	0,48	0,45
	1,50	0,61	0,55	0,50	0,58	0,53	0,49	0,56	0,51	0,48
	2,00	0,66	0,61	0,56	0,64	0,59	0,56	0,62	0,57	0,54
	2,50	0,72	0,67	0,63	0,69	0,65	0,62	0,66	0,63	0,61

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
FIA(S)-01	3,00	0,75	0,70	0,70	0,72	0,68	0,65	0,69	0,65	0,63
	4,00	0,79	0,75	0,74	0,75	0,72	0,70	0,73	0,70	0,68
	5,00	0,81	0,77	0,77	0,78	0,74	0,72	0,75	0,72	0,70
		Nr. tuburi		1	2	3	4			
		Corecție		0,66	0,91	1	0,94			
FIA(S)-03	Ca FIA-01, dar cu corecțiile față de tabel		Nr.tuburi		1	2	3			
			corecție		0,72	0,76	0,74			
FIAG-01 – FIAGS-01	0,60	0,28	0,22	0,19	0,26	0,22	0,18	0,26	0,21	0,18
	0,80	0,34	0,30	0,27	0,31	0,29	0,25	0,30	0,28	0,25
	1,00	0,38	0,34	0,30	0,36	0,33	0,30	0,35	0,32	0,29
	1,25	0,41	0,37	0,39	0,36	0,33	0,33	0,37	0,34	0,30
	1,50	0,44	0,40	0,37	0,42	0,38	0,36	0,40	0,36	0,35
	2,00	0,48	0,44	0,41	0,46	0,43	0,40	0,44	0,41	0,39
	2,50	0,52	0,49	0,45	0,49	0,47	0,44	0,47	0,45	0,43
	3,00	0,54	0,51	0,48	0,51	0,48	0,47	0,49	0,46	0,45
	4,00	0,57	0,54	0,52	0,54	0,52	0,50	0,52	0,50	0,48
	5,00	0,59	0,56	0,54	0,56	0,53	0,52	0,53	0,51	0,50
FIDA(S)	0,60	0,19	0,16	0,13	0,19	0,15	0,13	0,20	0,15	0,13
	0,80	0,24	0,21	0,19	0,23	0,20	0,18	0,23	0,20	0,18
	1,00	0,26	0,23	0,21	0,25	0,23	0,21	0,25	0,23	0,21
	1,25	0,28	0,26	0,23	0,28	0,25	0,23	0,27	0,25	0,23
	1,50	0,30	0,27	0,25	0,29	0,27	0,25	0,29	0,26	0,25
	2,00	0,33	0,30	0,28	0,32	0,30	0,28	0,32	0,29	0,28
	2,50	0,35	0,33	0,31	0,34	0,33	0,31	0,34	0,32	0,31
	3,00	0,36	0,35	0,33	0,35	0,34	0,33	0,35	0,33	0,32
	4,00	0,38	0,37	0,35	0,37	0,36	0,35	0,37	0,35	0,35
	5,00	0,39	0,38	0,36	0,39	0,37	0,36	0,38	0,36	0,36
FIDI	Coeficienții de la FIDA înmulțiți cu 0,65									
FIRA(S)-01	0,60	0,31	0,25	0,21	0,30	0,25	0,21	0,29	0,25	0,21
	0,80	0,37	0,31	0,28	0,36	0,31	0,28	0,35	0,31	0,28
	1,00	0,42	0,37	0,33	0,42	0,37	0,33	0,41	0,37	0,33
	1,25	0,47	0,42	0,39	0,46	0,42	0,38	0,45	0,41	0,38
	1,50	0,51	0,46	0,43	0,50	0,46	0,42	0,49	0,45	0,42
	2,00	0,56	0,52	0,49	0,55	0,52	0,49	0,55	0,52	0,49
	2,50	0,60	0,57	0,54	0,59	0,56	0,54	0,58	0,56	0,53
	3,00	0,62	0,59	0,57	0,61	0,59	0,56	0,61	0,58	0,56

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
FIRA(S)-01	4,00	0,66	0,64	0,62	0,65	0,64	0,62	0,65	0,63	0,62
	5,00	0,68	0,67	0,65	0,68	0,66	0,65	0,67	0,65	0,65
	Nr. tuburi		1	2		3	4			
	Corecție		1,02	1,03		1	1,02			
FIPA-01	Ca FIRA-01, dar cu corecțiile față de tabel:		Nr. tuburi		1	2				
			Corecție		0,81	0,94				
FIPRA-01	Ca FIRA-01, dar cu corecțiile față de tabel:		Nr. tuburi		1	2				
			Corecție		1,17	1				
CFS-01	0,60	0,25	0,20	0,17	0,24	0,20	0,17	0,23	0,20	0,17
	0,80	0,30	0,28	0,23	0,30	0,27	0,23	0,29	0,27	0,22
	1,00	0,34	0,30	0,26	0,34	0,30	0,26	0,33	0,30	0,26
	1,25	0,38	0,34	0,31	0,37	0,34	0,30	0,36	0,33	0,30
	1,50	0,41	0,37	0,34	0,40	0,37	0,34	0,39	0,36	0,34
	2,00	0,45	0,42	0,39	0,44	0,42	0,39	0,44	0,42	0,39
	2,50	0,48	0,46	0,43	0,47	0,45	0,43	0,46	0,45	0,42
	3,00	0,50	0,47	0,46	0,49	0,47	0,46	0,49	0,46	0,45
	4,00	0,53	0,51	0,50	0,52	0,51	0,50	0,52	0,50	0,50
	5,00	0,54	0,54	0,52	0,54	0,53	0,52	0,54	0,52	0,52
PVSCb-2400; 2250	0,60	0,21	0,17	0,14	0,20	0,17	0,14	0,20	0,17	0,14
	0,80	0,25	0,21	0,18	0,25	0,20	0,18	0,24	0,20	0,18
	1,00	0,29	0,25	0,22	0,29	0,25	0,22	0,28	0,25	0,22
	1,25	0,32	0,29	0,27	0,31	0,29	0,26	0,31	0,28	0,26
	1,50	0,36	0,31	0,29	0,34	0,31	0,29	0,33	0,31	0,29
	2,00	0,39	0,36	0,33	0,37	0,35	0,33	0,37	0,36	0,33
	2,50	0,41	0,39	0,37	0,40	0,38	0,37	0,39	0,38	0,36
	3,00	0,42	0,40	0,39	0,41	0,40	0,38	0,41	0,39	0,38
	4,00	0,45	0,44	0,42	0,44	0,44	0,42	0,44	0,43	0,42
	5,00	0,46	0,46	0,44	0,46	0,45	0,44	0,46	0,44	0,44
IEV	Valorile PVSCb înmulțite cu 1,06									
AV-80 — AV-125	0,60	0,14	0,10	0,07	0,13	0,09	0,07	0,11	0,08	0,07
	0,80	0,18	0,14	0,11	0,16	0,13	0,10	0,15	0,12	0,09
	1,00	0,20	0,16	0,14	0,20	0,15	0,13	0,17	0,14	0,12
	1,25	0,24	0,19	0,16	0,21	0,18	0,14	0,20	0,16	0,14
	1,50	0,26	0,22	0,18	0,24	0,20	0,17	0,22	0,18	0,15
	2,00	0,30	0,25	0,22	0,27	0,23	0,20	0,24	0,21	0,19
	2,50	0,32	0,28	0,24	0,29	0,26	0,23	0,27	0,24	0,21
	3,00	0,35	0,30	0,28	0,31	0,28	0,25	0,28	0,26	0,23
	4,00	0,38	0,34	0,30	0,34	0,31	0,28	0,31	0,28	0,26
	5,00	0,40	0,35	0,33	0,36	0,33	0,30	0,32	0,29	0,28

5.3. Corpuri pentru iluminat cu incandescență

5.3.1. *Caracteristici generale*

Tipul	U_n, V	P_n, W	Protecția	Dulia	Gabaritul, mm	M, kg
			Corpuri pentru iluminat interior			
			Armături impermeabile (P) și etanșe (I)			
P-IC 60	220	60	IP23	E27	ø242×223	0,46
P-IC 200	220	200	IP23	E27	ø305×404	0,83
P-IB 60	220	60	IP23	E27	ø280×364	0,56
P-IB 200	220	200	IP23	E27	ø305×429	1,19
I-ED 60	220	60	IP23	E27	ø160×188	1,50
I-EP 60	220	60	IP23	E27	ø160×235	1,60
			Corpuri cu protecție antiexplozivă			
AI-200	250	100	IP54+n.1	E27	ø300×410	8,00
LMS-7	220	200	IP54+n.1	E27	ø96×66	0,20
			Plafoniere metalice sau din material plastic			
PA-180	220	100	IP20	E27	ø180 + abajur	0,23
PA-233	220	100	IP20	E27	ø236 + abajur	0,36
PDA-01	220	40	IP20	E27	157×74+abajur	0,19
PDA-02	220	60	IP20	E27	208×69+abajur	0,27
PDA-03	220	2×40	IP20	E27	314×78×abajur	0,34
PAB-01	220	60	IP32	E27	126×187+abajur	0,58
			Lămpi portative de atelier și în construcții			
LPA	250	60	IP40	E27	166×166×380	0,72
LPA-2	220	25	IP40	E14	ø200×250×350	2,5
			Corpuri pentru iluminat exterior			
P3000C(D)	220	1000	IP23	E40	635×541×415	7,8
CZ	220	500	IP03	E40	600×460	8,0
PIP-1	220	100	IP22	E27	ø334×750	4,2

Notă. 1. Protecții antiexplozive: AI — Ex.d.e.I.T4 sau Ex.d.e. IIA(B)T4; LMS — Ex.d.I,IIIA (B, C).

2. Farurile P3000C (D) și CZ pot fi echipate și cu lămpi LVF. Corpurile de iluminat tip PIP sînt ornamentale.

3. Producător — ELBA — Timișoara.

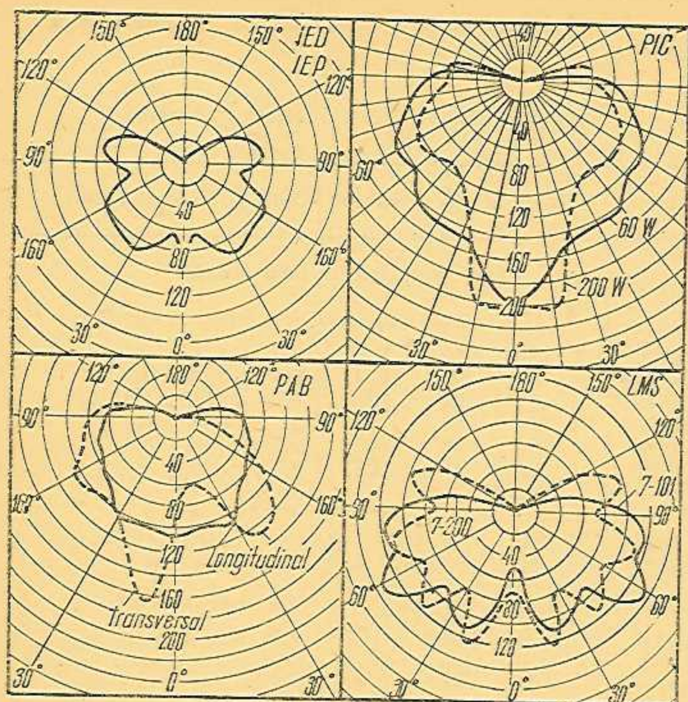


Fig. 5.5. Curbele fotometrice ale corpurilor de iluminat cu lămpi cu incandescență uzuale.

5.3.2. *Coeficienți de utilizare*

Factorul de reflexie	ρ_t	0,70			0,50			0,30		
	ρ_p	0,50	0,30	0,10	0,50	0,30	0,10	0,50	0,30	0,10
Corpul	i	Coeficienții de utilizare, u								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
P-IC-60 — P-IC-200	0,60	0,22	0,17	0,14	0,22	0,17	0,14	0,22	0,14	0,17
	0,80	0,28	0,23	0,20	0,27	0,23	0,20	0,27	0,23	0,20
	1,00	0,31	0,26	0,23	0,30	0,26	0,23	0,30	0,26	0,23
	1,25	0,35	0,29	0,26	0,33	0,29	0,26	0,30	0,28	0,26

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
P-IC-60 — P-IC-200	1,50	0,36	0,33	0,29	0,35	0,31	0,29	0,35	0,31	0,29
	2,00	0,39	0,36	0,33	0,39	0,36	0,33	0,39	0,35	0,33
	2,50	0,44	0,40	0,36	0,42	0,40	0,36	0,42	0,38	0,36
	3,00	0,46	0,43	0,39	0,44	0,42	0,39	0,44	0,40	0,38
	4,00	0,49	0,45	0,43	0,48	0,45	0,43	0,47	0,44	0,42
	5,00	0,51	0,48	0,46	0,49	0,47	0,44	0,48	0,46	0,44
			Bec			60 W		200 W		
			Corecție			1		1,21		
I-ED — I-EP	0,60	0,18	0,14	0,10	0,17	0,13	0,10	0,16	0,12	0,10
	0,80	0,23	0,18	0,16	0,21	0,17	0,14	0,20	0,16	0,14
	1,00	0,26	0,23	0,18	0,24	0,20	0,17	0,22	0,19	0,16
	1,25	0,29	0,24	0,21	0,26	0,23	0,20	0,26	0,21	0,18
	1,50	0,31	0,27	0,23	0,29	0,25	0,21	0,27	0,23	0,21
	2,00	0,36	0,31	0,27	0,32	0,29	0,26	0,30	0,26	0,24
	2,50	0,38	0,34	0,30	0,35	0,32	0,29	0,33	0,30	0,37
	3,00	0,41	0,37	0,33	0,37	0,34	0,31	0,34	0,32	0,29
	4,00	0,44	0,38	0,37	0,41	0,37	0,35	0,37	0,34	0,33
	5,00	0,46	0,43	0,39	0,42	0,39	0,36	0,39	0,36	0,34
PAB-01	Valorile IED + IEP corectate cu 0,94									
LMS-7-101 LMS-7-200 (valorile pentru LMS-7-101× 1,81)	0,60	0,10	0,07	0,05	0,10	0,07	0,02	0,09	0,07	0,05
	0,80	0,12	0,09	0,07	0,12	0,09	0,07	0,12	0,09	0,07
	1,00	0,14	0,11	0,09	0,14	0,11	0,09	0,13	0,11	0,09
	1,25	0,16	0,13	0,11	0,15	0,12	0,10	0,14	0,12	0,10
	1,50	0,17	0,15	0,12	0,16	0,12	0,12	0,16	0,13	0,12
	2,00	0,20	0,17	0,15	0,19	0,14	0,14	0,18	0,15	0,14
	2,50	0,21	0,19	0,16	0,18	0,18	0,16	0,19	0,17	0,15
	3,00	0,23	0,20	0,18	0,22	0,19	0,17	0,20	0,19	0,17
	4,00	0,25	0,23	0,20	0,24	0,21	0,20	0,22	0,20	0,19
	5,00	0,26	0,24	0,22	0,25	0,22	0,21	0,23	0,21	0,20

6. APARATE ELECTRICE DE PUTERE

6.1. Transformatoare electrice

6.1.1. *Generalități*

Ecuații și caracteristici de funcționare. Ecuațiile de funcționare în sarcină (fig. 6.1, *a* și *b*):

$$\underline{I}_0 = \underline{I}_1 + \underline{I}_2 w_2/w_1;$$
$$\underline{U}_1 = -\underline{E}_1 + r_1\underline{I}_1 + jx_1\underline{I}_1; \qquad (6.1)$$
$$\underline{U}_2 = \underline{E}_2 - r_2\underline{I}_2 - jx_2\underline{I}_2.$$

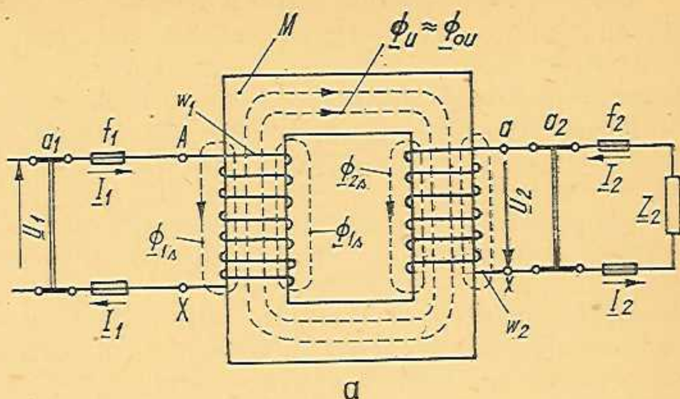
În gol (cînd a_2 este deschis), $\underline{I}_2 = 0$, $\underline{U}_2 = \underline{U}_{20}$; (4.1) devin (fig. 6.1, *c*):

$$\underline{I}_0 = \underline{I}_{0a} + \underline{I}_{0r};$$
$$\underline{U}_1 = -\underline{E}_1 + r_1\underline{I}_0 + jx_1\underline{I}_0; \qquad (6.2)$$
$$\underline{U}_{20} = \underline{E}_2.$$

Caracteristicile de funcționare: căderea de tensiune în sarcină ΔU (fig. 6.2, *a*) și randamentul η (fig. 6.2, *b*), deduse cu relațiile:

$$\Delta U = \alpha(U_a \cos\varphi + U_r \sin\varphi) + \alpha^2(U_r \cos\varphi -$$
$$- U_a \sin\varphi)^2/200; \qquad (6.3)$$
$$\eta = 100 - 100(\alpha^2 P_{sc} + P_0)/(\alpha S_n \cos\varphi + \alpha^2 P_{sc} + P_0).$$

în care: S_n este puterea nominală a transformatorului, în



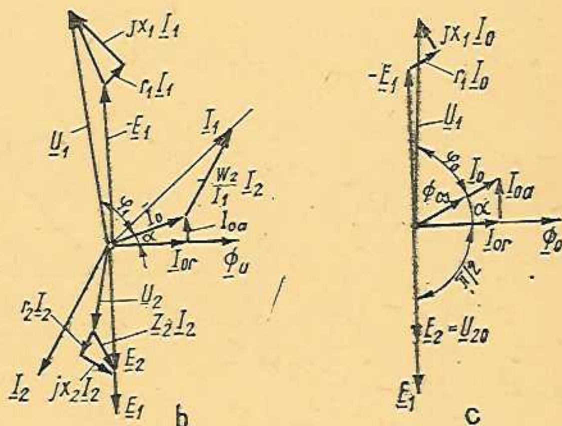


Fig. 6.1. Funcționarea transformatorului:
a — schema electrică de funcționare; *b* — diagrama de funcționare în sarcină; *c* — idem, în gol.

kVA; P_{sc} — pierderile nominale în scurtcircuit, în kW; P_0 — pierderile nominale și mersul în gol, în kW; cos φ — factorul de putere pentru care se face calculul; $\alpha = S/S_n$ unde S este puterea pentru care se face calculul, în kVA;

$U_a = 100P_{sc}/P_n$ — componente active a tensiunii de scurtcircuit, în %; $U_r = \sqrt{U_{sc}^2 - U_a^2}$ — tensiunea nominală în scurtcircuit, în %.

Simbolizarea transformatoarelor. Conform STAS 1703/2:

- Natura agentului de răcire: *O* — ulei mineral sau lichid izolant sintetic; *L* — lichid izolant sintetic neinflamabil; *G* — gaz; *W* — apă; *A* — aer;
- Natura circulației fluidului de răcire: *N* — naturală; *F* — forțată cu agentul de răcire nedirijat; *D* — idem, dirijat.

Modul de răcire cuprinde în simbol patru litere:

- Pentru agentul de răcire în contact cu înfășurările: *prima* — natura agentului de răcire, *a doua* — natura circulației;

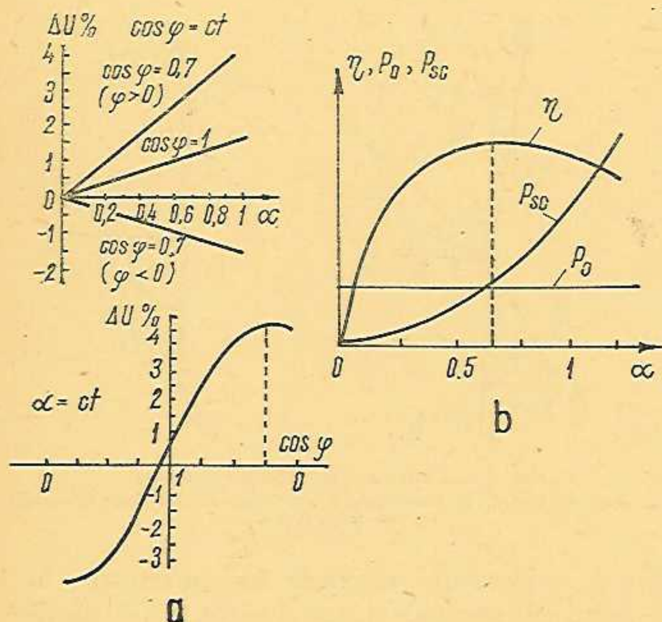


Fig. 6.2. Caracteristicile principale de funcționare ale transformatorului.

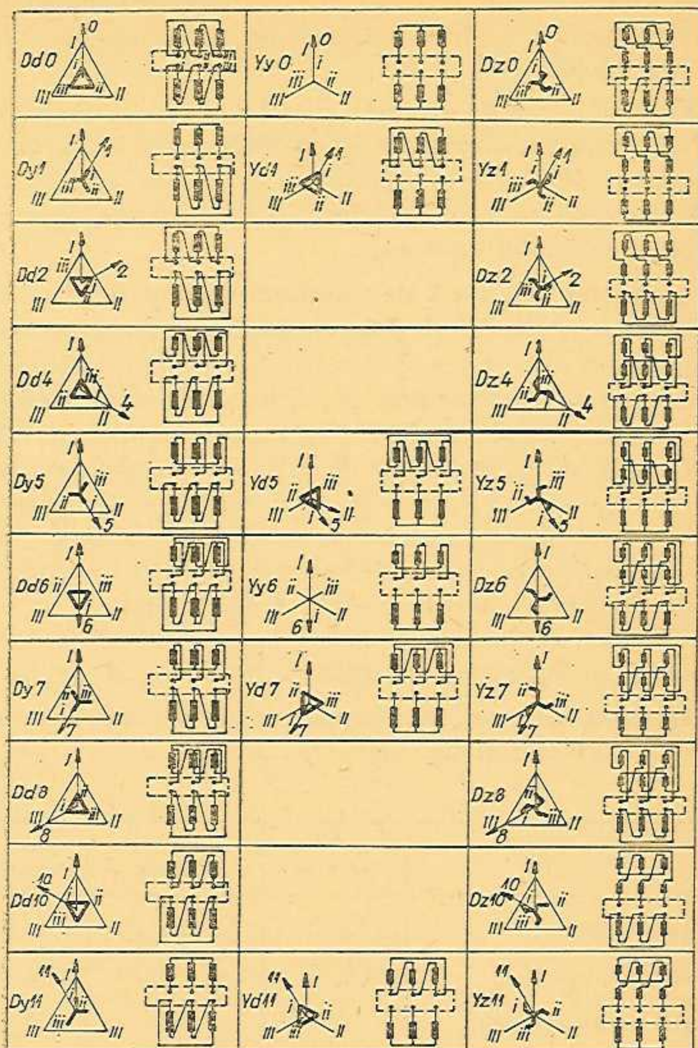


Fig. 6.3. Grupele de conexiuni uzuale ale transformatoarelor electrice trifazate.

• Pentru agentul de răcire în contact cu sistemul extern de răcire: *a treia* — natura agentului de răcire; *a patra* — natura circulației.

Exemple: *ODAF* — transformator în ulei cu circulație forțată dirijată a uleiului și cu circulație forțată a aerului de răcire; *ANAN* — transformator uscat cu carcasă de protecție neventilată și cu răcire naturală a aerului în interiorul și exteriorul carcasei.

Grupele de conexiuni ale transformatoarelor trifazate cu înfășurări separate. Înfășurările de fază ale transformatoarelor trifazate sau cele de aceeași tensiune ale transformatoarelor monofazate în grup trifazat pot fi legate în stea, triunghi sau zigzag; simbol: *Y, D, Z* — pentru înfășurările de IT, *y, d, z* — pentru înfășurările de MT sau JT (cînd punctul neutru este scos: *YN, zn* — la stea, *ZN, zn* — la zigzag). Defazajul dintre tensiunile primare și cele secundare se exprimă orar, considerîndu-se vectorul tensiunii primare pe poziția 0 (1—30°, 2—60°, 3—90°, 4—120° etc.)

Grupele de conexiuni uzuale ale transformatoarelor trifazate cu înfășurări separate sînt arătate în fig. 6.3.

Marcarea bornelor transformatoarelor. Se face conform tabelului următor și fig. 6.4:

Specificație	Înaltă tensiune	Medie tensiune	Joasă tensiune
Începutul bobinajului	*A, B, C*	*Am, Bm, Cm*	*a, b, c*
Sfîrșitul bobinajului	*X, Y, Z*	*Xm, Ym, Zm*	*x, y, z*
Punctul neutru scos afară	*N*	*Nm*	*n*

Notă. Bornele sînt astfel așezate încît, privind transformatorul dinspre IT, ele sînt dispuse de la stînga la dreapta în ordinea NABC, nabc.

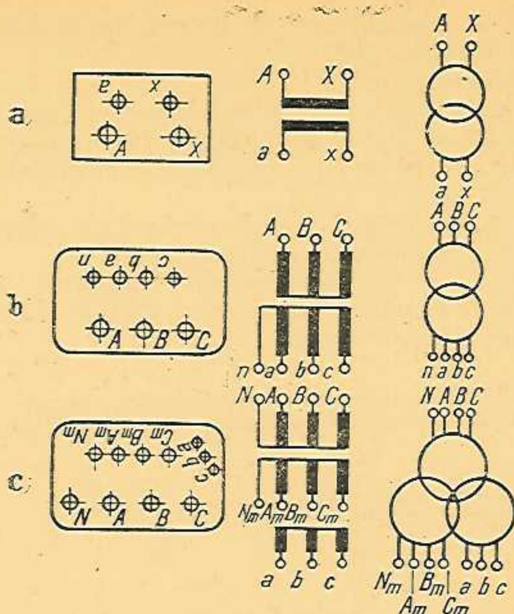


Fig. 6.4. Exemple de marcarea bornelor transformatoarelor: *a* — monofazate; *b* — trifazate cu două înfășurări; *c* — trifazate cu trei înfășurări.

Durata admisibilă a suprasarcinii, în minute, la transformatoarele de putere:

Sarcina anterioară de durată, în % din puterea nominală	Durata maximă pentru S_M, în % din S_n:				
	10	20	30	40	50
50	180	90	50	30	15
75	120	60	30	15	8
90	60	30	15	8	4

Funcționarea în paralel a transformatoarelor.

Condiții obligatorii:

Diagramele vectoriale ale tensiunilor transformatoarelor trebuie să fie identice, ceea ce se poate obține dacă transformatoarele respective au:

— același raport de transformare;
— aceeași grupă de conexiuni;

— tensiunile de scurtcircuit egale în limitele toleranțelor admise (diferență maximă 20%).

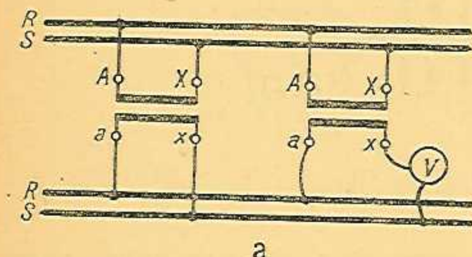
Recomandări suplimentare:

— raportul puterilor între două transformatoare care se conectează în paralel să nu fie mai mic de 1/3, respectiv mai mare de 3/1, pentru a nu supraîncărca inadmisibil transformatorul mai mic;

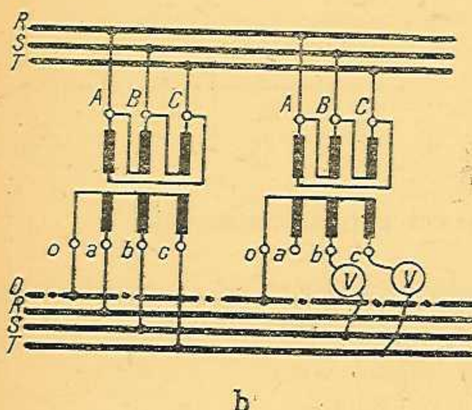
— în cazul puterilor inegale, transformatorul de putere mai mică să aibă tensiunea de scurtcircuit mai mare;

— puterea totală a transformatoarelor conectate în paralel să asigure funcționarea echipamentului de joasă tensiune în condiții de scurtcircuit.

Notă. La conectarea în paralel a unui transformator, succesiunea conectării bornelor la barele colectoare se determină cu ajutorul unui voltmetru (fig. 6.5)



a



b

Fig. 6.5. Identificarea fazelor la conectarea în paralel a transformatoarelor cu ajutorul voltmetrelor care trebuie să indice 0:

a — transformatoare monofazate; b — transformatoare trifazate.

6.1.2. *Transformatoare mici*

6.1.2.1. Transformatoare mici de utilizare curentă

S_n, VA	U_1/U_2, V	M, kg	Gabarit, mm
1	2	3	4
	Transformatoare monofazate tip TMA		
25	110; 220/6	1,10	84×64×90
63	200÷500/24, 36, 42, 110, 220	1,90	96×82×120
100	220, 380, 440, 500/24–26–28,	2,22	96×95×120
160	30–33–36, 42, 105–110–115; 220	3,55	120×80×140
250	220, 380, 440, 500/24–26–28,	4,20	120×91×140
400	30–33–36, 42, 105–110–115, 220	6,05	120×108×155
630	220÷500/30–33–36–40, 42,	8,90	150×130×155
	105–110–115, 220	15,1	180×103×270
1000	220; 380/24–28–42,		
1600	100–110–120, 2×100, 200	19,4	180×123×270
	220; 380/220; 325		
	Transformatoare monofazate tip TMAC		
63	200÷500/24; 36; 42; 110; 220	3,20	120×80×140
100	220; 380; 440; 500/24–26–28;	3,90	120×90×140
160	30–33–36; 42; 105–110–115; 220	4,70	120×100×140
250	220; 380; 440; 500/24–26–28;	6,37	150×112×155
400	30–33–36; 42; 105–110–115; 220	8,05	150×128×155
630	220÷500/30–33–36–40; 42;	10,23	150×147×155
	105÷110–115; 220		
1000	220; 380/24–28–42;		
	100–110–120; 2×100; 220	15,10	180×140×285
1600	220; 380/220; 325	19,40	180×130×285
	Transformatoare monofazate tip TMAN		
25	220; 380/24; 220	2,80	96×95×115
63	220; 380/24; 110; 220	4,46	120×78×115
100	220; 380/24; 115; 220	4,97	120×86×140
160	220; 380/24; 220	5,80	120×97×140
250	220; 380/12; 24; 220	6,37	150×112×155
400	220; 380/24–26; 220	8,05	150×128×155
630	380/220	10,32	150×147×155
1000	380/220	15,20	180×103×270
1600	380/220	20,80	180×123×270

1	2	3	4
	Transformatoare monofazate tip TMA cu miez înfăşurat		
63	200÷500/24; 36; 42; 110; 220	–	94×77×119
100	220÷500/24–26–28;	–	100×84×119
160	30–33–36; 42; 105–110–115; 220	–	108×85×140
250	220÷500/24–26–28;	–	108×107×140
400	30–33–36; 42; 105–110–115; 220	–	120×112×159
630	220÷500/30–33–36–40; 42; 105–110–115; 220	–	152×119×178
	Transformatoare monofazate tip TMAC cu miez înfăşurat		
25	110; 220/6	–	94×77×119
40	220÷500/6; 24; 6–24; 220	–	100×84×119
63	220÷500/24; 36; 42; 110; 220	–	108×85×140
100	220÷500/24–26–28;	–	108×107×140
160	30–33–36; 42; 105–110–115; 220	–	127×112×159
	Transformatoare monofazate tip TAMN cu miez înfăşurat		
25	220; 380/24; 220	–	94×77×108
40	220; 380/24; 220	–	94×84×108
63	220; 380/24; 110; 220	–	102×85×129
100	220; 380/24; 110; 220	–	102×107×129
160	220; 380/24; 220	–	127×112×148
	Transformatoare de protecţie TP — neprotejate şi TPC — capsulate		
63	220/24 – TP – montaj fix	–	100×106×100
100	220/24 – TPC – portabil, cu cordon	–	106×106×149
	Autotransformatoare tip AM		
100	220/125	–	125×32×51
200	225/120	–	138×45×64
300	220/125; 240/120	–	138×45×64
400	220/125	–	148×55×74
500	220/125; 240/120	–	153×60×79
600	220/125	–	153×60×79
800	220/125; 240/120	7,50	150×166×129
1000	240/120	8,50	150×166×139

Notă. 1. Simbolizare: T — transformator; M — monofazat; A — uscat; C (după A) — de comandă, (după P) — capsulat; N — naval.

2. Utilizare: TMA — în instalaţiile de automatizare cu sarcini rezistive ($\cos \varphi = 1$) pentru alimentare şi separare, în tablouri electrice; TMAC — idem, pentru sarcini inductive; TMAN — idem, pe nave; TP — alimentare la tensiune redusă; TPC — idem, pentru corpuri de iluminat portabile.

6.1.2.2. Calculul transformatoarelor mici pînă la 630 VA

Se dau sau se cunosc: U_1 — tensiunea primară, în V; U_2 — tensiunea secundară, în V; S_2 — puterea nominală la bornele secundare, în VA; f — frecvența rețelei de alimentare, în Hz; $\gamma_{Cu} = 8{,}9$ daN/dm³, $\gamma_{Fe} = 7{,}55 \ldots 7{,}6$ daN/dm³ — greutatea specifică a cuprului înfășurărilor, respectiv a miezului magnetic.

Se aleg înainte de începerea calculelor:

- tipul de construcție a transformatorului — în manta sau cu coloane, conform fig. 6.6;
- $\delta = 0{,}035$; $0{,}05$ cm — grosimea tolei avută la dispoziție;
- $j = 1{,}6 \ldots 2$ A/mm² — densitatea de curent în înfășurarea primară j_1 și cea secundară j_2 (valorile mici/mari se iau pentru înfășurarea cu tensiunea mare/mică);
- B — inducția magnetică, η — randamentul, ΔU_2 — căderea de tensiune pe înfășurarea secundară, A — pătura de curent specifică, k_u — coeficientul de umplere a ferestrei transformatorului, conform tabelului următor:

S_2, VA		25	63	100	160	250	400	630
η, %		76	81	85	91	94	96	97
ΔU_2, %		26	21	15	10	6	5	5
A, A/cm		129	134	136	146	150	166	190
B, T la	0,35	1,26	1,19	1,18	1,17	1,15	1,14	1,10
δ, mm:	0,5	1,18	1,15	1,14	1,13	1,12	1,11	1,09
k_u		0,20	0,23	0,24	0,26	0,28	0,30	0,31

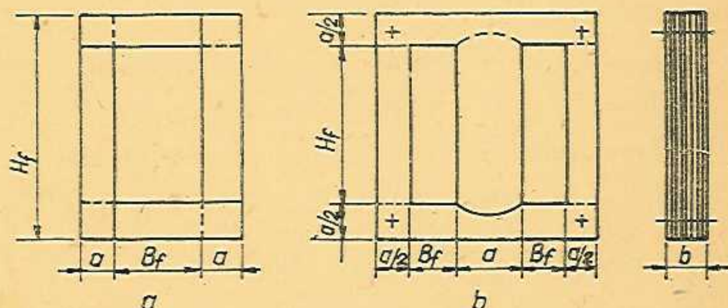


Fig. 6.6. Formele de construcție a miezului magnetic la transformatoarele mici: *a* — în coloane; *b* — în manta.

Se calculează:

- $S_1 = 100\ S_2/\eta$ — puterea absorbită din rețea, în VA;
- $I_1 = S_1/U_1$ — curentul primar, în A;
- $I_2 = S_2/U_2$ — curentul secundar, în A;
- $S_{Fe} = \sqrt{S_1}$ — secțiunea miezului magnetic, în cm²;
- a — lățimea tolei corespunzătoare secțiunii S_{Fe} (fig. 6.6), în cm (pe cît posibil astfel ca S_{Fe} să se apropie de un pătrat);
- $n = S_{Fe}/a$ — numărul de tole necesar;
- $b = 1{,}15n\delta$ — grosimea miezului magnetic, în cm;
- $w_0 = 2\ 225/fBS_{Fe}$ — numărul de spire pe volt;
- $w_1 = w_0U_1$ — numărul de spire pe înfășurarea secundară;
- $w_2 = w_0U_2(1 + \Delta U/100)$ — idem, pe înfășurarea secundară;
- $2(Iw) = w_1I_1 + w_2I_2$ — pătura de curent totală, în A;
- $d_1 = \sqrt{1{,}27\ I_1/j_1}$; $d_2 = \sqrt{1{,}27\ I_2/j_2}$ — diametrul conductorului înfășurării primare, respectiv secundare, în mm;
- $S_{Cu} = \pi 10^{-2}(w_1d_1^2 + w_2d_2^2)/4$ — secțiunea totală a spirelor înfășurărilor, în cm²;
- $S_f = S_{Cu}/k_u$ — secțiunea ferestrei miezului, în cm²;
- $H_f = 2(Iw)/A$ — înălțimea ferestrei, în cm;
- $L_f = S_f/H_f$ — lățimea ferestrei miezului, în cm;
- $G_{Fe} = 2S_{Fe}(H_f + L_f + 2a)\ \gamma_{Fe} \cdot 10^{-3}$; $G_{Fe} = 4S_{Fe}(H_f + L_f + a)\ \gamma_{Fe} \cdot 10^{-2}$ — greutatea miezului manetic, în daN, pentru transformator cu coloane, respectiv în manta;
- $l_s = 2(a + b + 2L_f)$ — lungimea medie a unei spire, în cm;

• $G_{Cu} = S_{Cu} l_s \gamma_{Cu} \cdot 10^{-3}$ — greutatea cuprului înfășurărilor, în daN.

Exemplul de calcul 6.1. Calculul unui transformator de 250 VA — 220/24 V, 50 Hz.

Se aleg: transformator în manta, $\delta = 0{,}035$ cm, $j_1 = 1{,}6$ A/mm², $j_2 = 2$ A/mm², $B = 1{,}15$ T, $\eta = 94\%$, $\Delta U_2 = 6\%$, $A = 150$ A/cm, $k_u = 0{,}28$.

Se calculează:

$S_1 = 100 \cdot 250/94 = 266$ VA; $I_1 = 1{,}2$ A;

$I_2 = 250/24 = 10{,}41$ A; $S_{Fe} = \sqrt{266} = 16{,}3$ cm²;

$a = 4$ cm; $n = 16{,}3/(4 \cdot 0{,}035) \approx 116$ tole;

$S_{Fe\text{-}ef} = 116 \cdot 0{,}035 \cdot 4 = 16{,}24$ cm²;

$b = 1{,}15 \cdot 116 \cdot 0{,}035 = 4{,}66$ cm;

$w_0 = 2\,225/(50 \cdot 1{,}15 \cdot 16{,}24) = 2{,}38$ spire/V;

$w_1 = 2{,}38 \cdot 220 = 524$ spire; $w_2 = 2{,}38 \cdot 24(1 + 6/100) = 61$ spire;

$2(Iw) = 524 \cdot 1{,}2 + 61 \cdot 10{,}41 = 1\,258$ A;

$d_1 = \sqrt{1{,}27 \cdot 1{,}2/1{,}6} = 0{,}96$ mm — se alege CuEM — $d_1 = 1$ mm;

$d_2 = \sqrt{1{,}27 \cdot 10{,}41/2} = 2{,}57$ mm — se alege CuEM — $d_2 = 2{,}65$ mm;

$S_{Cu} = 3{,}14 \cdot 10^{-2}(524 \cdot 1^2 + 61 \cdot 2{,}65^2)/4 = 7{,}48$ cm²;

$S_f = 7{,}48/0{,}28 = 26{,}71$ cm; $H_f = 1\,258/150 = 8{,}4$ cm;

$L_f = 26{,}71/8{,}4 = 3{,}2$ cm;

$G_{Fe} = 4 \cdot 16{,}24(8{,}4 + 3{,}2 + 4)7{,}55 \cdot 10^{-3} = 7{,}65$ daN;

$l_s = 2(4 + 4{,}66 + 2 \cdot 3{,}2) = 30{,}12$ cm;

$G_{Cu} = 7{,}48 \cdot 30{,}12 \cdot 8{,}9 \cdot 10^{-3} = 2$ daN; $G_T = 7{,}65 + 2 = 9{,}65$ daN.

6.1.3. *Transformatoare de putere*

6.1.3.1. Transformatoare trifazate în ulei cu două înfășurări de aluminiu de 6, 10, 20/0,4 kV, reglaj ±5%

S_n, kVA	Conexiuni	P_0, kW	P_k, kW	u_k, %	I_0, %	Masa, kg		a, mm	Gabarit, $L \times l \times H$, mm
						ulei	total		
40	Yzn-5	0,205	1,000	4	3,0	150	500	–	880×735×1125
63	Yzn-5	0,300	1,500	4	2,9	160	590	–	910×735×1220
100	Yzn-5	0,350	2,300	4	2,8	155	660	520	1000×700×1470
160	Yzn-5	0,525	3,000	4	2,5	195	800	520	1100×800×1100
250	Dyn-5	0,650	3,250	6	2,1	360	1370	520	1400×850×1650
400	Dyn-5	0,930	4,600	6	1,9	430	1800	520	1500×950×1750
630	Dyn-5	1,300	6,500	6	1,8	600	2500	670	1800×1000×1950
1000	Dyn-5	1,700	10,500	6	1,4	800	3350	820	2000×1200×2300
1600	Dyn-5	2,200	14,960	6	1,3	1000	4400	820	2200×1350×2400

Notă. 1. Răcire naturală liberă. Mediul de funcționare: climat temperat, în interiorul sau exteriorul clădirilor, fără agenți corosivi. Producție: Întreprinderea de transformatoare Filiași.

2. Se consultă cu fig. 6.7, *a* și *b* în care: *1* – conservator de ulei; *2* – bușon de umplere a conservatorului; *3* – indicator de nivel al uleiului; *4* – locaș pentru termometru cu mercur; *5* – robinet pentru golirea cuvei și luarea probelor; *6* – urechi de ridicarea transformatorului; *7* – bornă de legarea la pămînt; *8* – plăcuță indicatoare; *9* – cărucior; *10* – filtru de aer; *11* – releu de gaze cu două flotoare.

6.1.3.2. **Transformatoare trifazate uscate cu două înfășurări din cupru, reglaj +5%**

S_n, kVA	U_1, kV	U_2, kV	Conexiuni	P_0, kW	P_k, kW	u_k, %	I_0, %	a, mm	Gabarit, $L \times l \times H$, mm
100	10	0,4	Yyn-5	0,86	1,15	4	2,6	600	1950×840×1060
160	10	0,4	Yyn-5	1,10	2,50	4	2,2	520	1550×680×1360
250	10	0,4	Dyn-5	1,30	3,00	6	2,1	520	1700×700×1360
250	20	0,4	Dyn-5	1,30	3,20	6	2,1	520	1650×620×1220
400	10	0,4	Dyn-5	1,50	4,00	6	2,0	670	1770×800×1500
630	6	0,4	Dyn-5	1,75	6,00	6	1,8	670	2140×1040×1600
630	20	0,4	Dyn-5	1,30	7,20	6	1,8	670	1850×800×1600
1000	6	0,4	Dyn-5	2,50	8,50	6	1,7	820	2260×1050×1600

Notă. 1. Răcire naturală liberă. Mediu de funcționare: încăperi închise, ventilate corespunzător, cu temperatura de −15 ... +35°C și umiditate maximă de 80% la 20°C. Racord pe IT prin cablu neexpus supratensiunilor atmosferice. Grad protecție IP00 (exclusiv 100 kVA) și IP20 (numai 100, 630, 1 000 kVA).

2. Furnizor – Intreprinderea de transformatoare Filiași. La comanuă se pot obține și cu alți parametri.

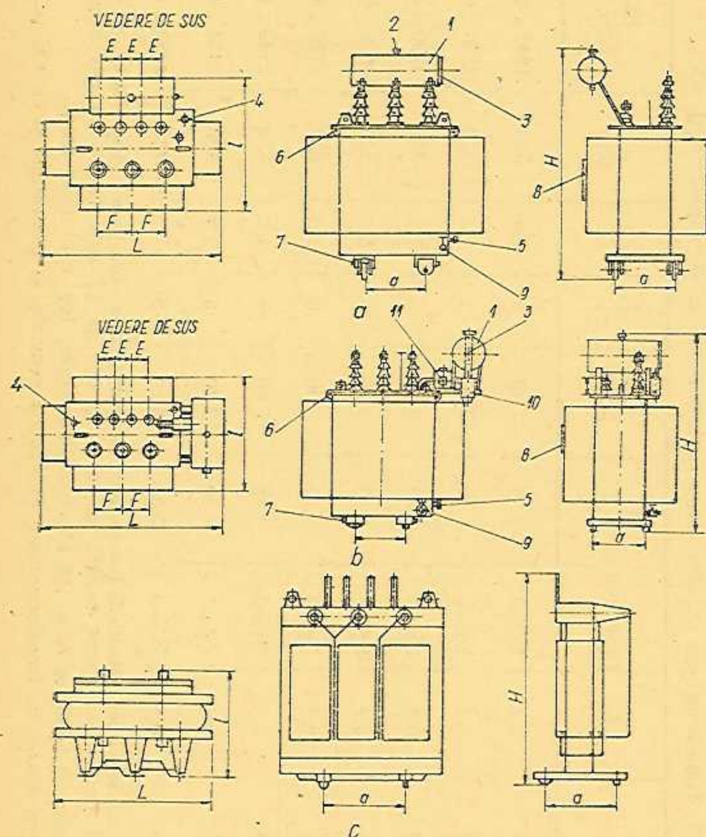


Fig. 6.7. Transformatoare de putere:
a — transformatoare în ulei de 100 ÷ 630 kVA; *b* — idem, de 1 000 ÷ 1 600 kVA; *c* — transformatoare uscate (cotele în § 6.1.3).

6.1.3.3. Transformatoare în ulei cu două înfășurări de medie și înaltă tensiune

S_n, MVA	U_1/U_2, kV	Reglaj	u_k, %	Conexiuni	Bobinaj	M, kg	Răcire
1	2	3	4	5	6	7	8
Transformatoare monofazate în ulei cu reglaj sub sarcină							
16	110/27,5	±9×1,78	10,5	I	Cu	38 400	ONAN
Transformatoare trifazate în ulei fără reglaj sau cu reglaj în absența tensiunii							
4	10,5/6,3	±2×2,5	7,0	Dd-12	Al	12 000	ONAN
4	20,5/10,5	±2×2,5	7,0	YNyn-0	Cu	11 000	ONAN
4	22,0/6,3	±2×2,5	7,0	YOd-5	Al	12 000	ONAN
6,3	22,0/6,3	±2×2,5	8,0	YOd-5	Al	15 400	ONAN
6,3	30,0/6,3	±2×2,5	8,0	Yy-0	Al	14 365	ONAN
10	10,5/6,3	±2×2,5	7,0	YOd-5	Al	20 450	ONAN
10	22,0/6,3	±2×2,5	7,0	YOd-5	Al	—	ONAN
10	22,0/10,5	±2×2,5	7,0	Dd-12	Al	—	ONAN
16	123/6,3	—	11,0	YNd-11	Al	32 000	ONAN
25	121/10,5	—	11,0	YNd-11	Cu	38 400	ONAN
40	121/6,3	—	15—17	YNd-11	Cu	45 700	ONAN
40	121/10,5	—	12,0	YNd-11	Cu	—	ONAN
63	121/6,3	—	12,0	YNd-11	Cu	69 600	ONAN
63	121/6,3	—	17,0	YNd-5	Cu	65 500	ONAN
80	123/10,5	—	11,5	YNd-11	Cu	87 900	OFAF
130	121/10,5	—	15—17	YNd-11	Cu	109 000	OFWF
160	123/10,5	—	12,5	YNd-11	Cu	136 000	OFAF
190	123/15,75	—	12,5	YNd-11	Cu	149 000	OFAF
Transformatoare trifazate cu reglaj sub sarcină							
10	110/6,3	±9×1,78	11,0	YOd-11	Al	32 430	ONAF
10	110/6,6	±9×1,78	11,0	YOd-11	Al	32 470	ONAF
10	110/11	±9×1,78	11,0	YOd-11	Al	32 425	ONAF
10	110/22	±9×1,78	11,0	YOd-11	Al	32 390	ONAF
16	110/6,6	±9×1,78	11,0	Yd-11	Al	38 400	ONAF
16	110/22	±9×1,78	11,0	Yd-11	Al	38 400	ONAF
25	110/6,3	±9×1,78	11,0	YOd-11	Al	43 430	ONAF
25	110/6,3	±9×1,78	11,0	YNd-11	Al	42 965	ONAF
25	110/6,3	±9×1,78	17,0	YOd-11	Al	50 200	ONAF
25	110/6,6	±9×1,78	11,0	YOd-11	Al	43 430	ONAF
25	110/6,6	±9×1,78	11,0	YNd-11	Al	42 965	ONAF
25	110/6,6	±9×1,78	17,0	YOd-11	Al	50 200	ONAF
25	110/11	±9×1,78	11,0	YNd-11	Al	43 025	ONAF
25	110/11	±9×1,78	11,0	YOd-11	Al	43 430	ONAF
25	110/22	±9×1,78	17,0	YOd-11	Al	50 200	ONAF
25	110/22	±9×1,78	11,0	YNd-11	Al	42 965	ONAF
25	110/10,5	±9×1,78	11,0	YOd-11	Cu	40 000	ONAF

1	2	3	4	5	6	7	8
25	116/6,3	±9×1,78	14,0	YNd-11	Cu	40 300	ONAF
40	110/6,3	±9×1,78	12,0	YOd-11	Cu	58 500	ONAF
40	110/10,5	±9×1,78	12,0	YOd-11	Cu	57 000	ONAF
40	110/20,5	±9×1,78	12,5	YOd-11	Cu	52 700	ONAF
40	110/6,3	±9×1,78	12,0	YOd-11	Al	56 650	ONAF
40	110/6,3	±9×1,78	12,0	YNd-11	Al	55 900	ONAF
40	110/6,6	±9×1,78	12,0	YOd-11	Al	56 650	ONAF
40	110/6,6	±9×1,78	12,0	YNd-11	Al	55 900	ONAF
40	110/11	±9×1,78	12,0	YOd-11	Al	56 650	ONAF
40	110/11	±9×1,78	12,0	YNd-11	Al	55 900	ONAF
40	110/22	±9×1,78	12,0	YOd-11	Al	5 6650	ONAF
40	110/22	±9×1,78	12,0	YNd-11	Al	55 900	ONAF
63	110/6,6	±9×1,78	12,0	YNd-11	Al	55 900	ONAF
63	110/6,6	±9×1,78	17,0	YOd-11	Al	73 700	ONAF
63	110/22	±9×1,78	12,0	YNd-11	Al	76 700	ONAF
Transformatoare pentru nul artificial și servicii interne							
15	10,5/6,3	±9×1,78	7,5	Dd-0	Cu	30 600	OFAF
23	15/6,3	±9×1,78	7,2	Dd-12	Cu	40 800	OFAF
23	15,75/6,3	±9×1,78	7,2	Dd-12	Cu	40 800	OFAF
25	24/6,3	±9×1,78	8,0	Dd-12	Cu	41 700	OFAF

6.1.4. *Transformatoare de sudare cu arc electric*

Tipul		TSAM-300			TS-130			
DA, %		30	60	10	20	30	40	60
I_1, A	220 V	125,0	89,00	64	26,0	—	—	—
	380 V	72,0	51,00	37	—	—	—	—
	500 V	55,0	39,00	28	—	—	—	—
I_2, A		420,0	300,00	220	130,0	115,0	95,0	80,0
U_2, V		37,0	32,00	28	25,2	24,2	23,4	22,6
S, kVA		27,5	19,50	14	5,7	—	—	—
cos φ		—	0,54	—	—	—	—	—
η, %		—	86,00	—	51,7	—	—	—
Masa, kg			215			34		
Gabarit, mm			700×635×805			500×240×420		

Notă. 1. Semnificația simbolurilor din capul tabelului este dată în anexă.

2. În tabel s-a încadrat cu linie groasă regimul normal de lucru.

3. Transformatoarele menționate sînt produse de IET-București.

În plus ELECTROBOBINAJUL produce transformatoare de sudură de 200, 300, 500 A, respectiv de 14; 22,5; 37,5 kVA, alimentate la 220; 380 V.

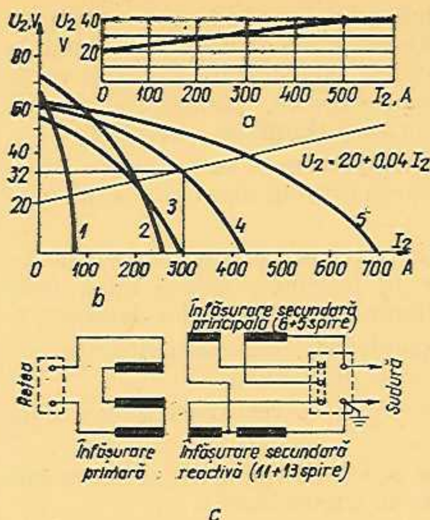


Fig. 6.8. Transformator de sudură TSAM-300:

a — scara curenților de sudură; *b* — caracteristicile externe pentru treptele de reglaj; *c* — schema electrică.

6.1.5. *Exploatarea, întreținerea și repararea transformatoarelor*

Transformatoare de putere:

— Înainte de montaj — la cererea furnizorului, după transport sau depozitare necorespunzătoare sau după reparații capitale — vor fi controlate vizual la partea decuvabilă (fără decuvare, dacă au guri de om);

— Punerea în exploatare se face după probele legale, urmate de verificarea sistemului de răcire, a circuitelor primare și secundare și a etanșeității cuvei;

— punerea sub tensiune: sub 10 MVA, direct la U_n; peste 10 MVA, progresiv de la 0 la 1,1 U_n, după care se fac trei conectări și deconectări în gol;

— În exploatare se va urmări încărcarea transformatoarelor, înregistrîndu-se orar (în stațiile cu personal permanent) sau cu ocazia controlului (în stațiile fără personal permanent) puterea activă și curentul; la funcționarea în suprasarcină, înregistrările se vor face la 30 minute;

— Controlul transformatorului: o dată pe schimb în stațiile cu personal permanent și de două ori pe lună la celelalte; se verifică: nivelul și temperatura uleiului, curățenia canalelor de scurgerea uleiului, etanșeitatea cuvei, funcționarea instalației de răcire, zgomote anormale;

— La semnalizarea protecției de gaze se va cerceta cauza și dacă este exterioară transformatorului, acesta se va menține în funcțiune;

— La deconectare prin acțiunea protecției contra defectelor interne, se repune în funcțiune numai după verificarea stării instalației și eliminarea eventualelor deteriorări;

— Pentru micșorarea pierderilor, transformatoarele vor funcționa după grafic, funcție de sarcină;

— Transformatoarele de rezervă vor fi menținute continuu în stare bună;

— Cu ocazia reparațiilor se fac și măsurările și încercările prevăzute în instrucțiunile de exploatare;

— Reparațiile curente ale transformatoarelor, cu scoterea de sub tensiune, se fac cel puțin odată pe an; comutatoarele de reglajul tensiunii sub sarcină se repară conform indicațiilor furnizorului;

— Reparațiile mijlocii se fac cel puțin odată la cinci ani car cele capitale, funcție de constatările făcute cu ocazia ielorlalte reparații.

Transformatoarele de sudare:

— Amplasarea utilajului se face cît mai aproape de locul de lucru, cu acces pentru intervenții;

— Înainte de conectare se controlează întreaga instalație și în special starea contactelor legăturilor de protecție, izolației conductoarelor de lucru, furtunului de cauciuc și mijloacelor de protecția muncii;

— Sudura se execută utilizîndu-se două conductoare: pentru aducerea curentului la electrod se folosesc conducte flexibile izolate în furtunul de protecție; drept conductor de întoarcere (legătura dintre piesa de sudat și sursă) se admit bare de oțel de orice profil, plăci de sudură, stelaje și construcția care se sudează, legăturile respective făcîndu-se

cu atenție, prin buloane, dispozitive de strîngere și cleme (se interzice utilizarea în acest scop a conductelor și construcțiilor metalice ale altor instalații, utilaje sau clădiri);

— Carcasa și borna secundară a transformatorului se leagă la pămînt;

— Utilajul se curăță zilnic; izolația conductoarelor de sudare se verifică cel puțin o dată la 3 luni, ($R_{iz} \geqslant 0{,}5$ MΩ);

— Reparațiile curente se execută odată la 6 luni, iar cele capitale, o dată pe an.

6.2. Condensatoare pentru compensarea energiei electrice reactive în rețelele de curent alternativ

Tipul	U_n, kV	Q_n, kvar	C_n, μF	$L\times l\times H_M$, mm	M, kg
1	2	3	4	5	6
Condensatoare de joasă tensiune					
CS 0,380-15-1	0,380	15	330,0	353×103×590	29,0
CS 0,380-15-3	0,380	15	330,0	353×103×480	28,0
CS 0,380-20-3	0,380	20	440,0	353×103×575	35,0
CS 0,380-5-3	0,380	5	111,0	—	—
CS 0,380-10-3	0,380	10	220,0	—	—
CS 0,500-15-1	0,500	15	193,0	325×100×570	32,0
CS 0,500-15-3	0,500	15	193,0	325×100×480	32,0
CS 0,525-5-3	0,525	5	58,0	—	—
CS 0,525-10-3	0,525	10	116,0	—	—
CS 0,660-5-3	0,660	5	36,5	—	—
CS 0,660-10-3	0,660	10	73,0	—	—
CS 0,660-15-3	0,660	15	109,5	—	—
Condensatoare de medie tensiune					
CS 3,64/6,3-25-2E	3,640	25	6,0	418×127×510	27,0
CS 3,64/6,3-50-2E	3,640	50	12,0	418×127×786	50,0
CS 0,910/6,3-25-2E	0,910	25	96,0	418×127×510	27,5
CSC 3,64/50-100-2E	3,640	100	24,0	418×127×800	44,0
CSC 6,06/50-100-2E	6,060	100	88,2	418×127×800	44,0
CSC 7,20/50-100-2E	7,200	100	8,9	418×127×800	44,0
CSC 12,1/50-100-1E	12,100	100	2,2	418×127×800	44,0

1	2	3	4	5	6
CSC 3,15/50-100-2E	3,150	100	32,1	418×127×800	44,0
CSC 5,25/50-100-2E	5,250	100	11,55	418×127×800	44,0
CSC 6,3/50-100-2E	6,300	100	8,0	418×127×800	44,0
CSC 10,5/50-100-2E	10,500	100	2,9	418×127×800	44,0
CSC 6,06/50-167-2E	6,060	167	14,5	418×127×800	44,0
CSC 12,1/50-167-2E	12,100	167	3,65	418×127×800	44,0

Notă. 1. Simbolizare: C — condensator pentru îmbunătățirea factorului de putere; *S* — impregnat cu ulei sintetic clorurat; C — cu dielectric solid (hîrtie din polipropilenă); *prima grupă de cifre*: la CS — U_n (tensiunea nominală — între bornă și cuvă) sau U_n/tensiunea între borne, în kV; la CSC — U_n, în kV/frecvență, în Hz; *a doua grupă de cifre* — Q_n (puterea nominală), în kvar; *a treia grupă* — nr. fazelor (la JT) sau al bornelor (la MT); E — de exterior.

2. Condensatoarele de MT au rezistențele de descărcare incluse în schema lor internă; pentru cele de JT trebuie montate rezistențe exterioare de descărcare — v. relația (13.4).

6.3. Aparate pentru producerea curentului continuu utilizat în instalațiile industriale

6.3.1. *Acumulatoare electrice*

Tipul	U_n, V	C_{10}, Ah	I_i, A	Gabaritul, mm	Masa, kg
1	2	3	4	5	6
Le 2	2	24	2,4	74×125×170	4,11
Le 3	2	36	3,6	96×125×170	5,05
Le 4	2	48	4,8	121×125×170	6,80
2Le 2	4	24	2,4	226×167×256	9,90

1	2	3	4	5	6
2Le 3	4	36	3,6	282×167×256	12,20
2Le 4	4	48	4,8	310×167×256	15,90
3Le 2	6	24	2,4	312×167×256	14,75
3Le 4	6	48	4,8	444×167×256	23,85
6Le 2	12	24	2,4	586×167×256	29,00
6Le 3	12	36	3,6	775×180×256	36,10
6Le 4	12	48	4,8	860×180×256	47,50
KL 1	2	36	9,0	85×215×443	14,50
KL 2	2	72	18,0	120×215×433	21,75
KL 3	2	108	27,0	155×215×433	28,75
KBL 1	2	27	6,6	85×215×402	12,40
KBL 2	2	54	13,3	120×215×402	19,30
L 1	2	36	9,0	85×215×355	13,50
L 2	2	72	18,0	120×215×355	20,50
L 3	2	108	27,0	155×215×355	27,00
L 4	2	144	36,0	200×215×355	34,50
L 5	2	180	45,0	240×215×355	42,00
L 6	2	216	54,0	280×215×355	50,00
L 8	2	288	72,0	200×215×645	64,00
L 10	2	360	90,0	240×215×645	78,00
L 12	2	432	108,0	280×215×645	91,00
L 14	2	504	126,0	315×215×645	105,00
L 16	2	576	144,0	400×215×645	128,00
L 18	2	648	315,0	440×215×645	142,00
III I 100	2	218	54,0	106×206×535	37,50
V I 100	2	363	90,0	171×207×535	60,50
VI I 100	2	435	103,0	203×207×535	73,70
II GO 39	2	57	14,0	61×148×305	8,30
III GO 39	2	85	21,0	87×148×305	12,30
IV GO 39	2	114	28,0	114×149×305	16,20
V GO 39	2	142	35,0	140×149×305	19,90
VIII GO 39	2	228	56,0	219×150×305	31,60
3. VII ZO 50	2	222	42,5	300×770×345	150,00

Notă: 1. Utilizări generale: telecomunicații (tipurile Le, KL, KBL și L 22 ÷ 28 nemenționate în tabel); stații electrice, iluminat siguranță și similare (tipul L 1 ÷ 20); telecomandă feroviară (tipul L 20 ÷ 124).

2. Curentul de utilizare, în A, pentru un anumit timp este dat de relația:

$$I = C_{10}/t,$$

unde C este capacitatea acumulatorului, în Ah, dată în tabel pentru 10 h, iar t este timpul de utilizare.

Nr. crt.	Tipul	U_a, V	I_a, A	U_r, V	I_r, A
1	2	3	4	5	6
				Redresoare	*pentru*
1	PMG 6/12/24-10	220	1,8	6/12/24	10
2	PMG 6/12/24-20	220	4,0	6/12/24	20
3	PMG 48-10	220	4,0	48	10
4	PMG 6/12/24/48-63/30	220	10,5	6/12/24/48	63/30
5	PMG 6/12/24/48-100/50	220	16,0	6/12/24/48	100/50
6	PTG 80-25	3×380/220	5/9	80	25
7	PTG 220-10	3×380/220	5/9	220	10
8	PTG 80-40	3×380/220	7/13	80	40
9	PTG 160-20	3×380/220	7/13	160	20
10	PTG 320-10	3×380/220	7/13	320	10
11	PTG 80-125	3×380	25,0	80	125
12	PTG 160-60	3×380	25,0	160	60
13	PTG 320-30	3×380	25,0	320	30
			Redresoare	*pentru alimentare*	*în*
14	AMGF 6-1	120/220	0,4/0,25	6	1
15	AMGF 2,5-1	120/220	0,15/0,1	2,5	1
16	AMGF 4-1	120/220	0,3/0,2	4	1,0
17	AMFG 2×60-2	120/220	—	2×60	2,0
18	PMGF 24-8 (siliciu)	220	1,5	24	8,0
19	TIMG 180-2	120/220	6,0/3,5	180	2,0
20	TIMG 260-1,5	120/220	6,5/3,5	260	1,5
21	SR 2-2	160—240	0,2	2	2,0
22	SR 12-6	160—240	1,0	12	6,0
23	SR 15-1	220	0,2	15	1,0
24	SR 24-24	220	5,0	24	24,0
25	SR 80-8	220	7,0	80	8,0
26	AMG 6-0,5	220	0,05	6	0,5

Reglajul tensiunii redresate, V	Componentă alternativă, mV	Gabarit $L \times l \times H$, mm	Masa kg	RS
7	8	9	10	11
încărcarea acumulatoarelor				
6÷8,1;5,4÷6,6;	–	260×200×290	10,0	74916
12÷16,2; 10,8÷13,2; 24÷32,4; 21,6÷26,4	–	300×200×290	14,0	75039A
48÷64,8; 43,2÷52,8	–	300×200×290	14,0	75093B
ca nr. crt. 1(2)+3	–	525×305×380	44,0	75240
ca nr. crt. 1 (2)+3	–	685×360×545	85,0	74950
60÷80	–	300×330×440	45,0	75875
180×220	–	300×330×440	45,0	75785
60÷80	–	450×480×530	100,0	73269A
120÷160	–	450×480×530	100,0	73269B
240÷320	–	450×480×530	100,0	73269C
12÷80	–	715×570×1550	300,0	74756
110÷160	–	715×570×1550	300,0	75080A
220÷320	–	715×570×1550	300,0	75237
tampon cu baterii de acumulatoare				
–	–	250×220×175	10,0	70888A
–	–	250×220×175	10,0	70888B
–	–	208×150×128	3,2	70460
–	–	500×320×220	30,2	7599A
4–24	–	330×200×220	15,0	75750
90–190	–	450×350×450	37,0	7273A
130–280	–	450×350×450	37,0	7273B
–	–	155×210×150	5,0	70418
–	–	220×300×175	8,0	70026
–	–	220×240×175	8,0	70028
–	–	400×650×650	80,0	70025
70–80	–	400×650×650	80,0	70145
–	–	135×50×55	0,5	75222

1	2	3	4	5	6
27	AMG 6-0,5 (T3)	220	0,05	6	0,5
28	PMGF 6-6	220	0,6	6	6,0
29	PMGF 10-10	220	1,0	10	10,0
30	PMGF 110-2	220	2,0	110	2,0
					Redresoare cu
31	AMGFS 12-0,8	220	0,25	12	0,8
32	AMGFS 12-1,6	220	0,35	12	1,6
33	AMGFS 12-3	220	0,6	12	3,0
34	APMFS 24-0,6 (T3)	220	0,2	24	0,6
35	AMGFS 24-1	220	0,3	24	1,0
36	AMGFS 24-1,6	220	0,5	24	1,6
37	AMGFS 24-2,5	220	0,7	24	2,5
38	AMGFS 24-3	220	0,7	24	3,0
39	AMGFS 36-2	220	0,7	36	2,0
40	AMGFS 24-6	220	2,5–3,5	24	6,0
41	PMGFS 24-6	220	3,5	24	6,0
42	PMGFS 24-10	220	4,5	24	10,0
43	PMGFS 25-25	3×380	3,0	25	25,0
44	PMGFS 25-50	3×380	5,0	25	50,0
45	PMGFS 25-100	3×380	8,0	25	100,0
46	PMGFS 25-250	3×380	25,0	25	250,0
47	PMGFS 50-4	220	2,0	50	4,0
48	AMGFS 52-2	120/220	3,0/1,75	52	2,0
49	PMGFS 52-4	120/220	6,5/3,5	52	4,0
50	PMGFS 52-6	220	4,5	52	6,0
51	PMGFS 52-10	120/220	10/5	52	8,0
52	AMGFS 52-10	120/220	10/5	52	8,0
53	PMGFS 52-25	3×380/220	5/10	52	25,0
54	PMGFS 52-32	3×380/220	8/14	52	32,0
55	PMGFS 50-60	3×380	10,0	60	60,0
56	PMGFS 50-100	3×380	25,0	50	100,0
57	PMGFS 50-120	3×380	20,0	50	120,0
58	PMGFS 50-250	3×380	35,0	50	250,0
59	PMGFS 36-16	220	5,0	36	16,0

Notă. 1. Componenta alternativă psofometrică pentru redresoarele nr. crt. 39 ... 41, 52 ... 58 valorile sînt redate cu baterie (fără baterie), iar

2. Produse de Întreprinderea ELECTROMAGNETICA București.

7	8	9	10	11
–	–	135×50×55	0,5	75222
2–6	–	355×185×270	11,0	73030
4–10	–	355×185×270	16,0	73026
–	–	355×185×270	16,0	73151
tensiunea stabilizată				
11,5–13,5±10%	60	310×160×110	3,5	74300A
11,5–13,5±10%	60	310×160×175	4,5	74300B
11,5–13,5±10%	60	310×250×175	7,0	74300C
24±5%	2,0	260×95×95	3,0	72890
24±5%	2,0	260×95×130	5,0	74600
24–27±5%	2,4	300×150×175	6,5	73015
24±5%	2,4	300×257×175	12,0	73056C,D
24–27±5%	2,4	300×160×175	7,0	75153A
36±5%	2(5)	300×257×175	12,0	75056B
24–32±2%	2,4(5)	710×260×240	45,0	73028
24–27±2%	2,4(5)	470×350×930	90,0	72590
24–27±2%	2,4	470×350×930	80,0	72596
24–27±2%	20(7,5)	600×400×1200	150,0	73272A,B
24–27±2%	20(7,5)	650×520×1550	250,0	73273
24–27±2%	20(7,5)	600×500×2180	320,0	73274B,C
24–27±2%	20(7,5)	705×685×2300	500,0	73275B
50–54±2%	–	600×285×200	28,0	73584
50–54±2%	–	405×320×140	20,0	72271
50–54±2%	–	470×350×930	60,0	72134B_1,B
50–54±2%	–	470×350×930	70,0	72135C
50–54±2%	–	470×350×950	80,0	75941A
50–54±2%	2(5)	815×290×210	65,0	7541B
50–54±2%	2(5)	600×400×1200	210,0	72136
50–54±2%	2(5)	600×400×1200	210,0	72918
50–54±2%	2(5)	660×505×1500	250,0	73000
50–54±2%	2(5)	700×640×1800	450,0	75450
50–54±2%	2(5)	660×505×1500	300,0	73001
50–54±2%	2(5)	800×790×1940	700,0	74755
24–40±5%	–	465×375×205	30,0	75290

cu tensiune stabilizată este măsurată cu voltmetru electronic; pentru pentru 43 ... 46, pînă la frecvența de 300 Hz (peste această frecvență)

6.3.3. *Redresoare cu tiristoare*

Simbolul Tipul U_n, V/I_n, A	Construcție	Gamă de reglaj U_n,Vc.c.		Gamă de reglaj relee	
		Automat	Manual	U_m, V c.c	U_M, V c.c
RUT-24/110	B	24÷30	15÷35	20÷24	30÷35
RUT-24/250	B	24÷30	15÷35	20÷24	30÷35
RUT-24/630	A	24÷30	15÷35	20÷24	30÷35
RUT-110/30	C	110÷125	70÷145	90÷110	125÷145
RUT-110/63	B	110÷125	70÷145	90÷110	125÷145
RUT-110/100	B	110÷125	70÷145	90÷110	125÷145
RUT-220/30	C	220÷250	140÷290	180÷220	220÷290
RUT-220/63	B	220÷250	140÷290	180÷220	220÷290
RUT-220/100	B	220÷250	140÷290	180÷220	220÷290
RUT-220/200	A	220÷250	140÷290	180÷220	220÷290
RUT-220/400	A	220÷250	140÷290	180÷220	220÷290

Notă. 1. Redresoarele tip *RUT* au utilizare generală. Schema bloc este dată în fig. 6.9, *a* unde: *IST-3M* – sursă de tensiune stabilizată; *IAE–X* – amplificator de ieșire pentru impulsurile de aprinderea tiristoarelor; *IBCG-3Y* – bloc comandă pe grilă; *IBR-7M* – bloc reglare; *IBVPP* – bloc de valori prescrise și praguri de tensiune minimă și maximă; *IPB-3* – bloc de protecție; *UX-TT2* – traductor de tensiune; *UX-TC2* – traductor de curent; *Ve* – ventilator (numai la varianta A); *MTS* – modul trafor sincronizare; *T* – transformator; *R* – redresor cu tiristoare; *P* – priză de curent.

Echiparea se face în dulapuri în variantele menționate în coloana 2 a tabelului și schițate în fig. 6.9, *b*.

2. Pentru galvanizări și electrolize se produc redresoare:

• Tip *R-CCT(R)* variantele 135, 250, 430, 630 A cu trafo încorporat, cu sau fără comandă la distanță, cu sau fără programator; gabarit și masă: 800 × 700 × 2100 mm – circa 750 kg;

• Tip *R-CPR(R)i* variantele 1250, 2500, 3750, 5000 A cu trafo separat, cu sau fără comandă la distanță, cu sau fără programator; gabarite și mase: DC – 636×736×280 mm – circa 500 kg, DFN – 736×1036××2040 mm – circa 1000 kg, DFR – 1436×1036×2040 mm – circa 2000 kg;

● Pentru curenți mai mari pînă la 15 kA, redresoare modulate R-CPT(R)i – 1×3750 2×3750 3×3750 4×3750 A; fiecare modul în dulap 1000×900×2500 mm – circa 1250 kg; răcire prin schimbător de căldură 800×1000×2000 – circa 2000 kg, care poate servi 3 module; transformator separat, cu sau fără comandă la distanță.

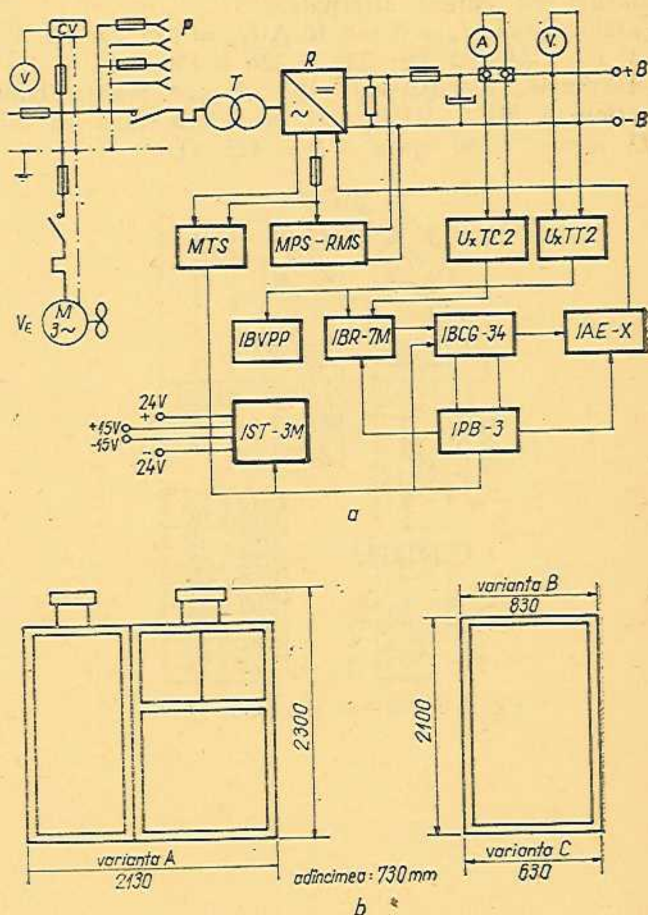


Fig. 6.9. Redresoare tip RUT:

a – schema bloc (v. § 6.3.3 – nota 1); b – variante de echipare (idem – coloana 2).

6.3.4. *Bloc de alimentare pentru curentul continuu operativ din stațiile electrice, tip BACC*

Utilizare: sursă de tensiune redresată, pentru alimentarea părții logice a schemelor de protecție (relee RI, RS, RTp) și a bobinelor de acționare ale întreruptoarelor, în instalațiile cu curent alternativ.

Caracteristici: $I_n = 5$ sau 10 A $U_n = 100$ sau 220 V c.a., 110 V c.c.; $M = 5$ kg; 220 × 226 × 130 mm.

Observație: dispozitivul este adaptat pentru bobinele de acționare MR2, MR3, care se rebobinează cu CuEm-⌀ 0,23 mm — 7 200 spire — $R = 425\ \Omega$.

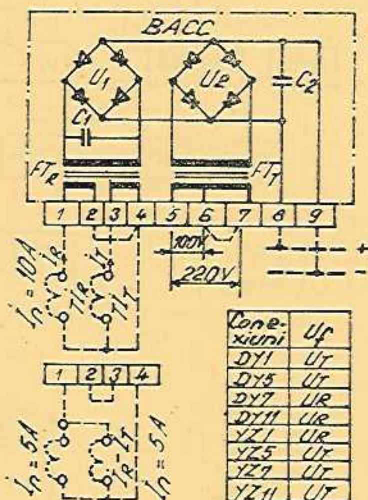


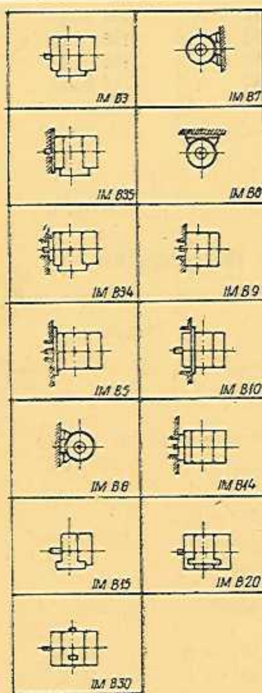
Fig. 6.10. Bloc de alimentare BACC

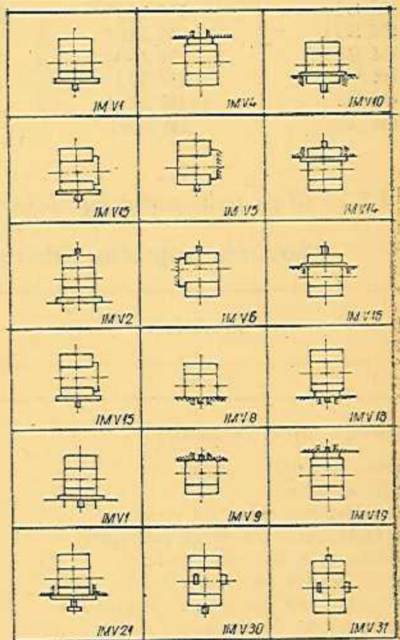
7. MAŞINI ELECTRICE

7.1. Generalităţi

7.1.1. *Formele de construcţie ale maşinilor electrice*

Maşini cu ax orizontal – IMB	Maşini cu ax vertical – IMV





Notă: 1. Semnificația simbolurilor: IM — simbol de bază, adoptat pe plan internațional; B — mașini cu axa orizontală; V — mașini cu axa verticală.

2. Corespondența dintre simbolurile codurilor I și II, conform STAS 3998/1;2-74:

Cod I	Cod II	Cod I	Cod II
IM B3	IM 1001	IM V4	IM 3211
IM B5	IM 3001	IM V5	IM 1011
IM B6	IM 1051	IM V6	IM 1031
IM B7	IM 1061	IM V8	IM 9111
IM B8	IM 1071	IM V9	IM 9131
IM B9	IM 9101	IM V10	IM 4011
IM B10	IM 4001	IM V14	IM 4031
IM B14	IM 3601	IM V15	IM 2011
IM B15	IM 1201	IM V16	IM 4131
IM B20	IM 1101	IM V18	IM 3611
IM B30	IM 9201	IM V19	IM 3631
IM B34	IM 2101	IM V21	IM 3015
IM B35	IM 2001	IM V30	IM 9211
IM V1	IM 3011	IM V31	IM 9231
IM V2	IM 3231	IM V36	IM 2031
IM V3	IM 3031	—	—

7.1.2. *Marcarea capetelor înfășurărilor și a bornelor*

Marcarea capetelor libere ale înfășurărilor

Specificație	Marca
1	2
Mașini de curent continuu:	Început-sfîrșit
— indus (rotor)	A1 — A2
— poli auxiliari:	
• înfășurare cu două capete	B1 — B2
• înfășurare din două jumătăți	1(2)*B*1 — 1(2)B2
— înfășurarea de compensație:	
• înfășurare cu două capete	C1 — C2
• înfășurare din două circuite	1(2)C1 — 1(2)C2
— înfășurarea de excitație serie:	
• înfășurare cu două capete	D1 — D2
• idem, plus două prize intermediare	D1 — D2, D3, D4
— înfășurare de excitație derivație	E1 — E2

1	2
— înfășurare de excitație separată (inclusiv înfășurarea de excitație a mașinilor sincrone):	
• înfășurare cu două capete	F1 – F2
• idem, din 2 jumătăți (legare serie – paralel)	F1 – F2; F5 – F6
— înfășurări ajutătoare (corectoare poli auxiliari, captare variații flux etc.) pe axa directă	H1 – H2
— înfășurări ajutătoare pe axa transversală	J1 – J2
— la legarea în serie a înfășurărilor (v. exemplificarea în schemele din § 7.1.3)	Simbolul extremităților libere
Mașini de c.a. fără colector trifazate:	Stator (rotor)
— capetele de fază scoase în vederea legării în triunghi sau în stea (început – sfîrșit)	U1–U2; V1–V2; W1–W2 (K1–K2; L1–L2; M1–M2)
— conexiune interioară în triunghi cu trei capete scoase	U, V, W (K, L, M)
— idem, stea cu 4 capete scoase (3 faze și nul);	U, V, W, N (K, L, M, Q)
— idem, stea fără nul scos	U, V, W (K, L, M)
— înfășurare secționată în două jumătăți pentru legare serie sau paralel (început-sfîrșit)	U1–U2+U5–U6; V1–V2+V5–V6; W1–W2+W5–W6
— înfășurare cu prize intermediare cu 6 capete scoase pentru comutarea numărului de poli	2U, 2V, 2W–1U, 1V, 1W
Mașini de c.a. fără colector bifazate:	U, V (K, L)
Mașini monofazate (stator):	
— înfășurarea principală	
• cu două capete libere	U1 – U2
• din două jumătăți	U1–U2; U5–U6
— înfășurare auxiliară	Z1 – Z2
Mașini sincrone — înfășurarea de excitație	v. mașini c.c.
Circuite speciale:	
— protecție termică	P
— încălzire	I
— alimentare frînă electromagnetică c.c. (c.a.)	Z(F)
— legături de egalizare	=
— legare la pămînt	STAS 1590-64

Notă. Pentru mașini de gabarit pînă la 132 mm înălțime inclusiv, simbolul literar pentru marcarea capetelor libere ale înfășurărilor poate fi înlocuit prin cablu sau indicator colorate:

Cablu	Indicator	Trifazat			Monofazat
		Y;Δ	pentru Y-Δ	2 turații	
albastru	albastru lung	U	U1	2U	U1
negru	negru lung	V	V1	2V	Z1
roșu	roșu lung	W	W1	2W	U5
violet	albastru scurt		U2	1U	U2
alb	negru scurt	N	V2	1V	Z2
verde	roșu scurt		W2	1W	U6

Marcarea bornelor

Marcajul pe placa de borne nu este obligatoriu. Cînd se face, va avea simbolul capătului liber al înfășurării conectate la borna respectivă; cînd la aceeași bornă se leagă mai multe capete de bobine, se poate face:

- marcaj compus din suma marcajelor succesive (complete sau numai literele) în ordine alfabetică, separate printr-o liniuță între cifre;
- marcaj simplificat: simbolul complet sau numai litera simbolului înfășurării celui mai apropiat de începutul alfabetului (v. exemplele din § 7.1.3).

Observație. Modurile de marcare a capetelor libere ale înfășurărilor și a bornelor mașinilor electrice respectă prevederile STAS 3530-71.

7.1.3. *Executarea conexiunilor la borne*

	Tipul	Rotire dreapta	Rotire stînga
1	2	3	4
Mașini de curent continuu	Motor sau generator derivație	A_1E_1, B_2E_2; E_1 E_2 A_1 A_2 B_1 B_2	AE, BE; E_1 E_2 A_1 A_2 B_1 B_2
	Motor serie	D_1, B_2; D_1 D_2 A_1 A_2 B_1 B_2	D, A; D_1 D_2 A_1 A_2 B_1 B_2

1	2	3	4
Mașini de curent continuu	Generator serie	D, B, A_1, A_2, D_1, D_2, B_1, B_2	D_2, A_1, A_1, A_2, D_1, D_2, B_1, B_2
	Motor cu excitație mixtă adițională	DE, BE, D_1, D_2, A_1, A_2, B_1, B_2, E_1, E_2	D_1, A_1, D_1, D_2, A_1, A_2, E_2, E_1, B_1, B_2
	Generator cu excitație mixtă adițională	D, B, D_1, D_2, A_1, A_2, E_2, E_1, B_1, B_2	D, A, D_1, D_2, A_1, A_2, E_2, E_1, B_1, B_2

	Tipul	Pentru YΔ	Conexiune Y	Conexiune Δ
Mașini de curent alternativ	Mașină trifazată stator	U, V, W	U, V, W	U_1, V_1, W_1, U_2, V_2, W_2
	Mașină mofazată stator		U_1, U_2, Z_1, Z_2	

Notă. S-au indicat marcajele bornelor posibile conform § 7.1.2.

7.1.4. *Serviciile mașinilor electrice*

Serviciile tip ale mașinilor electrice (fig. 7.1):

- *S1* — continuu: funcționare în regim constant pe durată suficientă atingerii echilibrului termic;
- *S2* — de scurtă durată: funcționarea în regim constant pe o durată determinată sub cea necesară atingerii echilibrului termic, urmată de o perioadă de repaus suficientă revenirii la temperatura mediului de răcire;
- *S3* — intermitent periodic: succesiune de cicluri identice, fiecare cu o perioadă de funcționare în regim constant

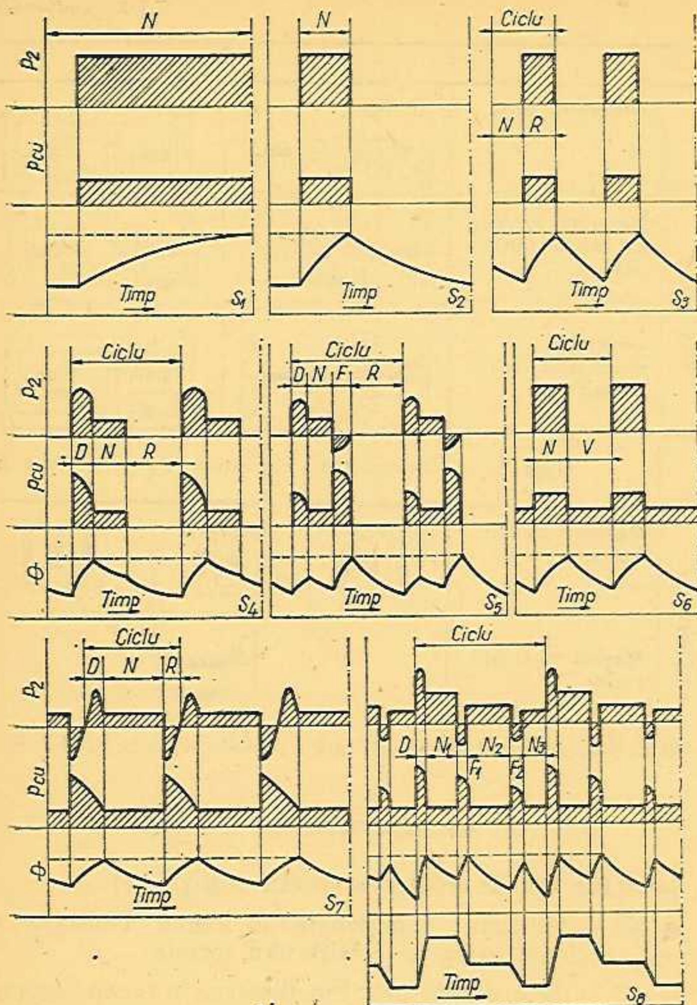


Fig. 7.1. Serviciile mașinilor electrice:

ϑ — temperatura, °C; p_{Cu} — pierderile în înfășurări; P_2 — sarcina; v — viteza; N — funcționare în regim nominal; N_1, N_2, N_3 — idem, la viteze diferite; R — repaus; F_1, F_2, F_3 — perioade de frînare electrică; V — perioade de funcționare în gol;

și o perioadă de repaus, suficiente pentru atingerea echilibrului termic în cursul unui ciclu și în care curentul de pornire nu influențează sensibil încălzirea;

- *S4* — intermitent periodic cu o perioadă de pornire: succesiune de cicluri identice, fiecare cu o perioadă de pornire, urmată de funcționarea în regim și apoi de repaus fără atingerea echilibrului termic în cursul unui ciclu și în care curentul de pornire influențează sensibil încălzirea;

- *S5* — intermitent periodic, cu perioade de pornire și frînare electrică: succesiune de cicluri identice, fiecare cu o perioadă de pornire, alta de regim constant, a treia de frînare electrică rapidă și ultima de repaus, de durate insuficiente atingerii echilibrului termic în cursul unui ciclu;

- *S6* — neîntrerupt periodic cu sarcină intermitentă: succesiune de cicluri, fiecare cu o perioadă de funcționare în regim constant și alta de funcționare în gol, de durate insuficiente atingerii echilibrului termic în cursul unui ciclu;

- *S7* — neîntrerupt periodic cu perioade de pornire și frînare: succesiune de cicluri identice, fiecare cu o perioadă de pornire, alta de funcționare în regim constant și a treia de frînare electrică, de durate insuficiente atingerii echilibrului termic în cursul unui ciclu;

- *S8* — neîntrerupt periodic cu modificări de viteză: succesiune de cicluri identice, fiecare incluzînd o perioadă de pornire, alta de funcționare în regim constant corespunzătoare unei viteze predeterminate, urmată de una sau mai multe perioade de funcționare în alte regimuri constante corespunzătoare unor viteze de rotație diferite, toate insuficiente atingerii echilibrului termic în cursul unui ciclu.

Serviciul nominal — unul dintre serviciile tip indicate mai sus, ales pentru funcționarea mașinii.

7.1.5. *Proprietățile și domeniile principale de utilizare ale motoarelor electrice de uz curent*

Tipul motorului	Proprietățile	Utilizarea
	Motoare de curent continuu	
Serie	Cuplu de pornire mare. Suportă supraîncărcări (la tensiune constantă). Se ambalează în gol, deoarece turația variază cu sarcina	Tracțiune, pompe ventilatoare
Derivație	Cuplu de pornire mic. Nu suportă supraîncărcări mari. Nu se ambalează în gol, avînd turație constantă	Mașini de ridicat, mașini-unelte cu turație constantă (strunguri etc.)
Mixtă diferențială	Cuplu mic la pornire. Turație constantă	Instalații de țesătorie
Mixtă adițională	Cuplu de pornire mare. Suportă supraîncărcări. Turația variază cu sarcina	Laminoare, prese de forfecare, pompe, ventilatoare, mașini de ridicat
	Motoare de curent alternativ	
Sincron	Se pornesc în asincron sau cu motor auxiliar (de antrenare). Cuplul crește cu sarcina. Turație constantă (de sincronism). La suprasarcini mari iese din sincronism. Supraexcitat, debitează în rețea energie reactivă.	Grupuri convertizoare, mașini de mare putere cu turație constantă, compensator sincron
Asincron trifazat	Cuplu și curenți de pornire mari. Turație aproape constantă. Factor de putere scăzut la mers în gol, 0,3–0,5, iar la plină sarcină 0,8–0,9.	În toate domeniile de acționare, avînd o mare pondere în utilizări industriale
Asincron monofazat	Aproximativ aceleași proprietăți ca și ale motorului asincron trifazat. Nu are sens de turație stabilit, necesitînd pentru aceasta un dispozitiv special de pornire	Cînd sînt necesare puteri mici și nu se dispune de rețea trifazată (aparate electrocasnice)

7.2. Motoare asincrone

7.2.1. *Ecuații și caracteristici de funcționare principale*

Schema echivalentă pe baza căreia se determină ecuațiile și caracteristicile de funcționare este dată în fig. 7.2, *a*, în care:

U_1, I_1, R_1, X_1 sînt respectiv tensiunea, curentul, rezistența și reactanța inductivă de scăpări pe fază ale circuitului statoric;

I_2', R_2', X_2' sînt respectiv curentul, rezistența și reactanța inductivă de scăpări pe fază ale circuitului rotoric, raportate la stator:

I_{10}, R_0, X_0 sînt curentul de mers în gol la sincronism, rezistența echivalentă pierderilor în fier, reactanța inductivă echivalentă a fluxului de magnetizare;

$s = (n_1 - n)/n_1$ este alunecarea;

$n_1 = 60f/p$ este turația de sincronism, în rot/min;

n, f, p sînt respectiv: turația reală, frecvența tensiunii de alimentare, numărul de perechi de poli;

$\omega_1 = 2\pi n_1/60$ este viteza unghiulară de sincronism.

Ecuațiile de funcționare corespunzătoare fig. 7.2, *a*:

$$\underline{U}_1 = \underline{I}_0\underline{Z}_m + \underline{I}_1\underline{Z}_1$$
$$\underline{I}_1\underline{Z}_2' = \underline{I}_0\underline{Z}_m \quad (7.1)$$
$$\underline{I}_1 + \underline{I}_2' = \underline{I}_0$$

Cuplul electromagnetic (fig. 7.2, *b*):

$$M = \frac{pm_1\, U_1^2 R_2'/s}{2\,\pi f[(R_1 + R_2'/s)^2 + (x_1 + x_2')^2]} \quad (7.2)$$

unde: m_1 este numărul de faze statorice: restul v. sus.

Variația cuplului în timpul pornirii depinde de felul acesteia, care se poate face:

— la motoarele cu rotorul în scurtcircuit, prin conectare la rețeaua de alimentare: direct (fig. 7.2, *b*), prin comutator stea-triunghi (fig. 7.2, *c*), prin autotransformator de pornire sau prin bobină de reactanță*;

* Scheme electrice în fig. 11.6, 11.7.

— la motoarele cu rotor cu inele: cu reostat de pornire în circuitul rotoric (fig. 7.2, *d*)*.

Caracteristicile de funcționare principale: fig. 7.2, *e*.

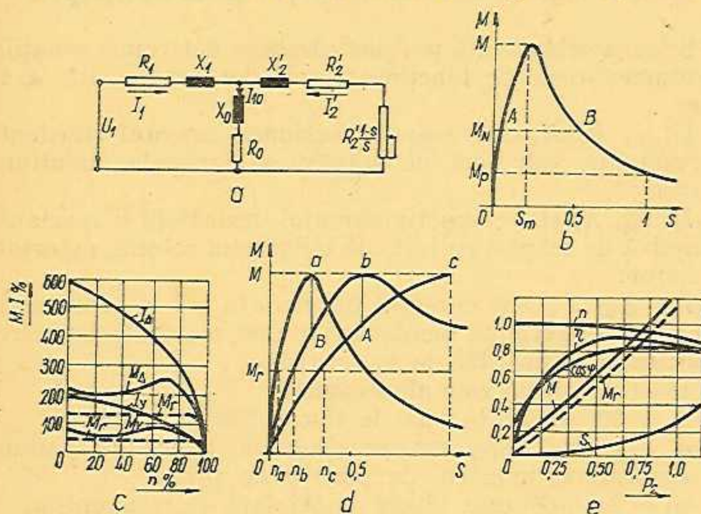


Fig. 7.2. Funcționarea motorului asincron:

a — schema electrică echivalentă; *b* — variația cuplului motorului cu rotor în scurtcircuit la pornire directă; *c* — idem, prin conectare stea-triunghi; *d* — idem, la raportul cu inele colectoare; *e* — caracteristici de funcționare.

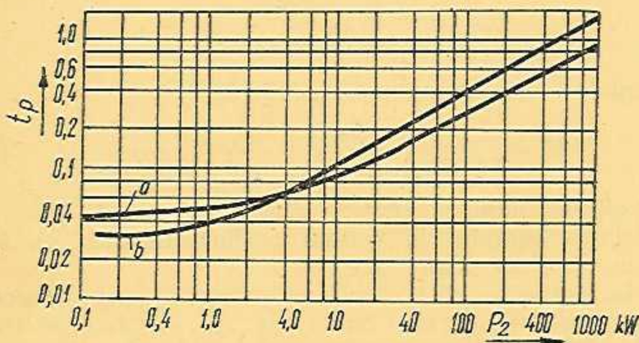


Fig. 7.3. Timpul de pornire în gol al motorului asincron:

a — cu răcire interioară; *b* — cu ventilație exterioară.

---

* Scheme electrice în fig. 11.6, 11.7.

7.2.2. *Puterile, tensiunile și turațiile nominale normate ale motoarelor electrice asincrone trifazate*

<table>
<tr><th rowspan="3">Puterile nominale, kW</th><th rowspan="3">n, rot/min la 50 Hz</th><th colspan="6">Tensiunile nominale</th></tr>
<tr><th colspan="3">Caracteristici</th><th colspan="3">În exploatare</th></tr>
<tr><th>Rotor</th><th>Un, V</th><th>Conexiuni</th><th>Un, V</th><th>Serviciu</th><th>Pornire</th></tr>
<tr><td rowspan="9">0,06—0,09—0,12—0,18—0,25—0,37—0,55—0,75—1,1—1,5—2,2—3—4—5,5—7,5—11—15—18,5—22—30—37—40—55—75—90—110—132</td><td rowspan="9">3000—1500—1000—750—600—500</td><td rowspan="5">în colivie</td><td>220/380</td><td>Δ/Y</td><td>220
380</td><td>Δ
Y</td><td>Y—Δ;Δ
Y</td></tr>
<tr><td>380</td><td>Δ</td><td>380</td><td>Δ</td><td>Y—Δ;Δ</td></tr>
<tr><td>500</td><td>Δ</td><td>500</td><td>Δ</td><td>Y—Δ;Δ</td></tr>
<tr><td>660</td><td>Y</td><td>660</td><td>Y</td><td>Y</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="4">bobinat</td><td>220/380</td><td>Δ/Y</td><td>220
380</td><td>Δ
Y</td><td rowspan="4">prin reostat rotoric</td></tr>
<tr><td>500</td><td>Y</td><td>500</td><td>Y</td></tr>
<tr><td>660</td><td>Y</td><td>660</td><td>Y</td></tr>
<tr><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td rowspan="15">(125)—132—(150)—160—(185)—200—(220)—250—(280)—(300)—315—(335)—(375)—400—(425)—(450—475)—500—(530—560—600)—630—(670—720)—(750)—800—(850)—(900—950)—1000—(1120)—1250—(1400)—1600—(1800)—2000</td><td rowspan="15">3000—1500—1000—750—600—500—(428—375—333—300—272—250)</td><td rowspan="3">Un V</td><td rowspan="3">Nr. poli</td><td colspan="2">IP44</td><td colspan="2">IP21S...IP23S</td></tr>
<tr><td colspan="4">Puteri nominale, kW</td></tr>
<tr><td>max.</td><td>min.</td><td>max.</td><td>min.</td></tr>
<tr><td rowspan="6">220—380—660—(500)</td><td>2</td><td>315</td><td>—</td><td>315</td><td>—</td></tr>
<tr><td>4</td><td>315</td><td>—</td><td>315</td><td>—</td></tr>
<tr><td>6</td><td>250</td><td>—</td><td>315</td><td>—</td></tr>
<tr><td>8</td><td>200</td><td>—</td><td>250</td><td>—</td></tr>
<tr><td>10</td><td>160</td><td>—</td><td>200</td><td>—</td></tr>
<tr><td>12</td><td>132</td><td>—</td><td>160</td><td>—</td></tr>
<tr><td rowspan="4">6000—(3000—3300—6600)</td><td>2</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>200</td></tr>
<tr><td>4</td><td>—</td><td>160</td><td>—</td><td>200</td></tr>
<tr><td>6</td><td>—</td><td>160</td><td>—</td><td>200</td></tr>
<tr><td>8÷12</td><td>—</td><td>132</td><td>—</td><td>160</td></tr>
</table>

Notă. În paranteză sînt trecute valori admise pentru comenzi speciale. Pentru frecvența de 60 Hz turațiile nominale, în rot/min: 3600—1800—1200—900—720—600—(514—450—400—360—327—300).

7.2.3. *Motoare electrice asincrone trifazate cu o singură turație, de utilizare curentă în acționări electrice*

P_n, kW	η %	cos φ	$\frac{M_p/M_n}{M_M/M_n}$	$\frac{I_p}{I_n}$	GD^2 daNm²	η %	cos φ	$\frac{M_p/M_n}{M_M/M_n}$	$\frac{I_p}{I_n}$	GD^2 daNm²
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Tip AT – Electromotor – Timișoara									
	n_s = 750 rot/min (8 poli)					n_s = 1000 rot/min (6 poli)				
0,37	—	—	—	—	—	66	0,67	1,6/2,0	4,0	$665 \cdot 10^{-5}$
0,55	—	—	—	—	—	69	0,68	1,7/2,0	4,5	$886 \cdot 10^{-5}$
0,75	66	0,63	1,7/2,0	4,0	0,031	71	0,70	1,8/2,0	4,5	$164 \cdot 10^{-4}$
1,1	69	0,65	1,7/2,0	4,5	0,042	73	0,71	2,0/2,2	4,5	$202 \cdot 10^{-4}$
1,5	72	0,67	1,7/2,0	4,5	0,063	75	0,72	2,0/2,2	5,5	$390 \cdot 10^{-4}$
2,2	75	0,69	1,7/2,0	4,5	0,114	77	0,74	2,0/2,2	5,5	$585 \cdot 10^{-4}$
3	78	0,70	1,7/2,0	5,0	0,141	79	0,75	1,8/2,0	6,0	$107 \cdot 10^{-3}$
4	80	0,72	1,7/2,0	5,0	0,299	81	0,76	1,8/2,0	6,0	$147 \cdot 10^{-3}$
5,5	81	0,73	1,7/2,0	5,5	0,368	83	0,77	1,8/2,0	5,0	$206 \cdot 10^{-3}$
7,5	83	0,75	1,6/2,0	5,5	0,549	84	0,78	1,8/2,0	6,0	$343 \cdot 10^{-3}$
11	84	0,76	1,6/2,0	5,5	0,569	85	0,79	1,6/2,0	6,0	$460 \cdot 10^{-3}$
15	86	0,77	1,6/2,0	5,5	0,966	86	0,81	1,6/2,0	6,0	$540 \cdot 10^{-3}$
18,5	87	0,78	1,6/2,0	6,0	1,200	87	0,82	1,6/2,0	6,5	$910 \cdot 10^{-3}$
22	88	0,79	1,6/2,0	6,0	1,280	88	0,83	1,6/2,0	6,5	$966 \cdot 10^{-3}$
30	89	0,80	1,6/2,0	6,0	1,600	89	0,84	1,6/2,0	7,0	1,25
37	—	—	—	—	—	90	0,84	1,6/2,0	7,0	1,56
	n_s = 1500 rot/min (4 poli)					n_s = 3000 rot/min (2 poli)				
0,25	62	0,72	1,6/2,0	4,5	0,00304	—	—	—	—	—
0,37	65	0,74	1,6/2,0	4,5	0,00380	66	0,79	1,9/2,2	5,5	0,00165
0,55	70	0,75	1,8/2,0	5,5	0,00567	71	0,81	1,9/2,2	5,5	0,00234

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,75	72	0,76	1,8/2,2	5,5	0,00569	73	0,82	1,9/2,2	6,0	0,00342
1,1	73	0,78	2,0/2,2	6,0	0,01242	74	0,84	2,0/2,2	6,0	0,0481
1,5	76	0,79	2,0/2,2	6,0	0,0163	77	0,85	2,0/2,2	6,5	0,00825
2,2	79	0,80	2,2/2,4	6,5	0,0240	79	0,85	2,0/2,2	6,5	0,0105
3	81	0,81	2,2/2,4	6,5	0,0340	80	0,86	2,2/2,4	6,5	0,01665
4	82	0,82	2,2/2,4	6,5	0,0468	82	0,86	2,2/2,4	7,0	0,0235
5,5	84	0,83	2,0/2,2	6,5	0,0805	83	0,87	2,0/2,2	7,0	0,0457
7,5	86	0,84	2,0/2.2	6,5	0,0965	85	0,87	2,0/2,2	7,0	0,0611
11	87	0,84	2,0/2,4	6,5	0,265	86	0,87	1,8/2,2	7,0	0,164
15	88	0,85	1,8/2,2	7,0	0,336	87	0,87	1,8/2,2	7,0	0,196
18,5	89	0,85	1,8/2,2	7,0	0,400	88	0,88	1,8/2,2	7,0	0,224
22	89	0,85	1,8/2,2	7,0	0,502	88	0,89	1,8/2,2	7,0	0,360
30	90	0,86	1,8/2,2	7,0	0,860	89	0,89	1,8/2,2	7,0	0,830
37	90	0,86	1,8/2,2	7,0	1,340	90	0,89	1,8/2,2	7,0	0,865
45	91	0,86	1,8/2,2	7,0	1,600	90	0,89	1,8/2,2	7,0	1,070
55	91	0,86	1,8/2,2	7,0	2,000	90	0,90	1,8/2,2	7,0	1,340
Motoare cu cuplu mărit										
	Tip CM – 1500 rot/min					*Tip CM – 3000* rot/min				
11	87	0,78	2,8/3,0	8,5	–	86	0,82	3,0/3,0	8,5	–
15	88	0,78	3,0/3,2	8,5	–	87	0,84	3,0/3,0	8,5	–
18,5	–	–	–	–	–	88	0,85	3,0/3,0	8,5	–
	Tip ASID – 1500 rot/min					*Tip CM – 1000* rot/min				
18,5	89	0,84	1,8/–	5,5	–					
2;6	–	–	–	–	–	75	0,62	2,4/2,9	6,0	–

Notă. Motoare închise cu ventilație exterioară. Construcție/gabarit: IMB3, 5, 6, 7, 8, 35; IMV1, 3, 5, 6/71 ... 250 și IMB14; 34; IMV18; 19/71 ... 112; se pot executa și în atestare navală. Grad de protecție: IP44, IP54, IP55. Clasă de izolație B.

Tensiune nominală: AT – 380/220; 500 V; CM – 1500 și 3000 rot/ min – 380 V, 1000 rot/min 220/380 V; ASID – 380 V.

7.2.4. *Motoare electrice asincrone cu mai multe turații pentru acționări generale*

P_n, kW	n, rot/min	η, %	cos φ	I_p/I_n	$M_p/M_n - M_M/M_n$
1	2	3	4	5	6
Motoare cu două viteze					
Tip MTS – cu înfășurări separate					
18/11	2940/1460	87,0/81,5	0,78/0,92	7,8/7,8	1,5/1,5–2,0/2,0
1,4/0,9	1450/960	78,0/69,0	0,78/0,60	7,0/5,5	1,8/1,9–2,2/2,2
5,5/2,1	1450/950	82,0/78,0	0,80/0,75	6,5/6,5	1,8/1,8–2,0/2,0
7,5/2,5	1450/950	86,5/78,0	0,85/0,76	7,0/6,5	1,7/1,8–2,0/2,2
7,5/5,5	1450/950	81,0/80,0	0,70/0,60	7,0/7,0	1,6/1,6–2,0/2,0
10/7	1450/950	81,0/80,0	0,70/0,60	7,0/7,0	1,6/1,6–2,0/2,0
13/9	1450/950	81,0/80,0	0,70/0,60	7,0/7,0	1,6/1,6–2,0/2,0
11/6	960/725	84,5/81,0	0,65/0,60	5,0/5,0	2,0/2,2–2,2/2,4
Tip ATV – cu înfășurări separate					
0,37/0,12	1420/950	56,0/42,0	0,80/0,76	3,6/3,0	1,4/1,4–1,8/1,7
0,55/0,18	1395/920	58,0/46,0	0,80/0,72	4,0/3,0	1,6/2,4–1,9/1,8
1/0,34	1450/910	68,0/51,0	0,76/0,77	4,9/3,0	1,8/1,1–2,0/1,6
1,4/0,45	1425/945	67,0/52,0	0,77/0,74	4,9/3,2	1,7/1,1–2,2/1,5
2/0,66	1430/960	76,0/65,0	0,82/0,60	6,3/4,1	1,6/1,5–2,4/1,8
2,5/0,8	1445/965	78,0/63,0	0,78/0,70	6,3/4,3	1,8/1,5–2,4/1,9
3,3/1,0	1440/960	77,0/58,0	0,75/0,65	6,0/4,5	2,0/1,3–3,0/2,0
4,5/1,5	1440/955	82,0/71,0	0,84/0,75	7,4/4,5	2,2/1,1–3,2/1,9
6,0/2,0	1440/970	84,0/78,0	0,86/0,68	7,5/5,5	1,9/1,6–2,7/2,8
0,22/0,04	1390/650	47,0/30,0	0,75/0,63	3,4/2,1	1,6/1,7–1,4/1,9
0,3/0,06	1425/650	53,0/30,0	0,74/0,65	3,7/2,1	1,7/1,9–1,8/2,3
0,5/0,12	1400/635	62,0/43,0	0,76/0,66	1,5/1,3	1,7/1,5–5,0/3,5
0,75/0,18	1400/630	65,0/42,0	0,79/0,72	4,5/2,3	1,8/1,5–2,0/1,7
1/0,25	1400/620	69,0/51,0	0,70/0,61	5,5/2,6	2,3/1,8–2,7/1,3
1,3/0,3	1435/675	69,0/49,0	0,72/0,61	5,4/2,9	2,3/1,9–2,3/1,9
2,0/0,5	1440/710	78,0/64,0	0,78/0,58	6,1/3,3	1,9/1,5–2,9/2,4
2,5/0,55	1450/720	80,0/64,0	0,77/0,54	6,6/3,7	2,1/1,7–2,8/2,7
3,7/0,9	1425/690	79,0/63,0	0,80/0,60	6,4/3,0	2,4/1,6–3,3/2,2
5,0/0,9	1440/720	82,0/74,0	0,83/0,60	6,8/4,1	2,0/1,6–3,5/3,0
6,8/1,7	1455/710	80,0/78,0	0,74/0,62	7,0/3,4	2,1/1,3–3,5/2,2
Tip ATV – cu înfășurări Dahlander					
0,75/0,6	2800/1420	70,0/68,0	0,83/0,75	6,5/6,5	1,8/1,6–2,2/2,2
2,0/1,5	2910/1440	69,0/74,0	0,70/0,75	6,5/6,5	1,7/1,9–2,9/2,9
3,8/3,0	2910/1440	80,0/81,0	0,89/0,82	7,5/6,5	2,0/1,9–2,4/2,4
4,0/3,4	2920/1450	80 0/81,0	0,86/0,80	7,0/6,5	2,0/1,6–2,2/1,8
6,5/5,2	2885/1435	81,0/84,0	0,87/0,83	7,0/6,5	2,2/1,8–2,4/2,0
7,5/6,1	2865/1425	83,0/84,0	0,86/0,83	7,5/6,5	2,3/1,8–2,5/2,2

1	2	3	4	5	6
8,5/7,1	2865/1425	84,0/85,0	0,87/0,84	7,5/6,5	2,3/1,8–2,5/2,0
10/7,5	2930/1450	83,0/86,5	0,89/0,83	7,0/7,0	1,7/1,7–2,0/2,0
13/10	2940/1460	85,0/87,5	0,89/0,83	8,0/7,0	1,7/1,5–2,2/2,2
17/13	2900/1435	83,0/87,0	0,91/0,88	7,0/6,5	1,5/1,4–2,2/2,2
22/17	2965/1475	83,0/88,0	0,93/0,88	9,0/8,0	1,4/1,5–2,0/2,0
30/22	2950/1460	84,0/88,0	0,94/0,89	8,5/8,0	1,4/1,4–2,0/2,0
40/30	2950/1470	88,0/90,0	0,90/0,80	8,0/7,0	2,0/2,1–2,1/2,6
1,6/1,9	1420/710	76,0/66,0	0,85/0,56	5,2/3,6	1,4/1,7–1,7/1,8
2,2/1,4	1430/710	79,0/66,0	0,87/0,62	5,3/3,4	1,5/1,7–1,8/2,0
3,0/2,2	1450/710	75,0/75,0	0,81/0,65	7,0/5,0	2,2/1,6–2,4/1,8
4,0/3,0	1460/715	78,0/75,0	0,78/0,70	6,5/5,0	2,2/1,6–2,4/1,8
5,2/3,2	1455/725	81,0/80,0	0,85/0,69	7,5/7,5	1,7/1,5–2,0/2,0
6,8/4,5	1450/720	86,5/81,0	0,87/0,73	7,0/6,5	1,7/1,4–2,2/1,9
9,0/6,0	1460/720	83,5/83,0	0,88/0,73	6,5/6,5	1,4/1,4–2,0/1,8
11/7,5	1460/720	86,0/84,0	0,90/0,73	7,0/6,5	1,4/1,4–2,0/1,9
14/10	1467/730	87,0/85,0	0,90/0,75	6,5/6,5	1,2/1,2–2,2/2,0
18/12	1460/720	88,0/85,5	0,93/0,81	7,5/6,5	1,5/1,3–2,0/1,9
30/22	1470/730	87,0/88,0	0,89/0,74	8,0/8,0	2,0/2,0–2,8/2,8
Motoare cu trei trepte de viteze tip ATT					
0,3/0,11/0,075	1410/920/630	44/35/29	0,75/0,78/0,71	3,4/2,3/2,0	1,4/1,0/1,2–1,6/1,6/1,0
0,4/0,15/0,1	1425/930/670	48/37/34	0,74/0,75/0,65	3,8/2,5/2,2	1,4/1,2/1,7–2,0/1,8/2,0
0,75/0,25/0,15	1420/890/670	61/47/37	0,79/0,80/0,63	4,1/2,5/2,4	1,2/1,0/1,4–1,7/1,4/2,2
1/0,3/0,22	1440/920/690	60/45/36	0,75/0,79/0,61	3,6/2,7/2,3	1,2/1,0/1,2–2,1/1,7/2,2
1,5/0,55/0,37	1450/960/710	76/56/53	0,76/0,68/0,59	5,4/3,3/2,8	1,7/1,5/1,3–2,4/1,9/1,5
1,9/0,7/0,45	1450/965/710	74/61/58	0,77/0,70/0,59	5,4/3,9/2,9	1,5/1,3/1,3–2,1/1 7/1,7
2,4/0,85/0,60	1455/955/715	74/56/52	0,70/0,71/0,52	7,2/4,2/4,0	2,0/1,2/1,7–3,5/1,7/2,0
3,1/1,1/0,75	1460/970/725	79/71/68	0,83/0,70/0,60	7,7/5,2/4,2	1,9/1,4/1,4–2,4/2,3/2,5
4,4/1,5/1,1	1450/970/725	78/72/71	0,73/0,66/0,60	7,7/4,8/3,9	2,2/1,4/1,5–3,4/2,5/2,2
3,4/3,2/2,2	1457/937/725	84/77/73	0,82/0,76/0,52	6,0/4,5/3,5	1,4/1,3/1,2–1,8/1,6/1,6
5,3/4,6/3,9	1472/968/739	86/83/76	0,84/0,78/0,58	7,0 5,0/4,0	1,7/1,6/1,5–1,8:1,8/1,6

Notă. Construcție: motoare închise cu ventilație exterioară; grad de protecție: MTS, MTV, MTD-IP44, IP54, IP55 iar ATT-IP44, IP54; forma constructivă – IMB3, 5, 35; clasă izolație B; tensiunea nominală 380 V la 50 Hz.

7.2.5. *Motoare electrice asincrone trifazate cu inele de utilizare frecventă*

P_n, kW	n, rot/min	U_1, V	I_1 A	U_2, V	I_2, A	η, %	cos φ	$\frac{M_M}{M_n}$	GD^2, daNm²
Tip AFI — de utilizare generală									
10,0	1450	380	22,0	315	20,4	84	0,825	2,2	0,415
13,0	1450	380	27,8	257	32,7	85	0,835	2,2	0,552
15,0	1450	380	33,1	296	32,4	84	0,82	2,2	0,86
17,0	1450	380	35,6	408	26,6	86	0,845	2,2	1,160
18,5	1470	380	39,9	380	32,0	85	0,830	2,2	1,270
22,0	1475	380	45,3	442	32,0	87	0,850	2,2	1,300
22,0	1475	380	46,6	404	35,0	86	0,835	2,2	1,230
30,0	1470	380	62,5	410	47,0	87	0,840	2,2	1,560
7,5	970	380	18,1	366	13,4	82	0,770	1,8	0,630
10,0	970	380	23,5	433	15,1	83	0,780	1,8	0,725
13,0	970	380	29,8	418	20,6	84	0,790	1,8	1,915
5,5	730	380	14,6	145	14,6	80	0,720	1,8	0,937
7,5	720	380	19,2	310	16,0	81	0,735	1,8	0,815
10,0	730	380	24,7	353	20,6	82	0,750	1,8	1,420
13,0	730	380	31,4	391	22,2	83	0,76	1,8	1,652

Motoare pentru mașini de ridicat 380 V

P_n, kW	n, rot/min	U_2, V	$\frac{M_M}{M_n}$	Tip AIM-E			Tip AIFM-E		
				η, %	cos φ	GD^2 *	η, %	cos φ	GD^2 *
5,0	1320	160	2,3	77	0,78	0,11	77	0,76	0,12
6,3	1320	160	2,8	79	0,73	0,12	78	0,73	0,13
8,0	1350	170	2,8	81	0,71	0,15	79	0,71	0,16
3,2	850	120	2,5	72	0,69	0,17	67	0,64	0,18
4,0	840	125	2,5	73	0,69	0,19	72	0,64	0,20
5,0	840	130	2,5	73	0,65	0,21	72	0,60	0,22
2,5	660	120	2,5	71	0,49	0,17	65	0,53	0,18
3,2	660	125	2,5	67	0,57	0,19	66	0,56	0,20
4,0	660	125	2,5	71	0,56	0,21	70	0,55	0,22

Notă. Utilizare: pentru acționări cu pornire în plină sarcină prin reostat RC3 construit pentru sarcină 1/1 pînă la 40 A (v. § 3.7.3).

Date de construcție:

— tipul AFI: IMB3; 5, IP54 și IP44, clasă izolație B;

— tipul AIM-E: IMB3; 5; 35 și IMV1 — TH, TA, T-1, 2, 3, IPW54, S3 — 40%, clasă izolație B;

— tipul AIFM-E: au și frînă electromagnetică; grad protecție IP54; în rest ca AIM-E.

7.3. Mașini electrice sincrone

7.3.1. *Caracteristici funcționale principiale*

Sînt arătate în fig. 7.4 în care s-au notat: i_e — curentul de excitație; i_{eo} — idem, la mers în gol sub tensiune nominală; i_{ek} — idem, corespunzător unui scurtcircuit trifazat simetric de curent egal cu cel nominal; I_n — curentul nominal; I_k — curentul permanent de scurtcircuit; I_{ko} — idem, corespunzător lui i_{eo}; U_n — tensiunea nominală; U_f — tensiunea de fază.

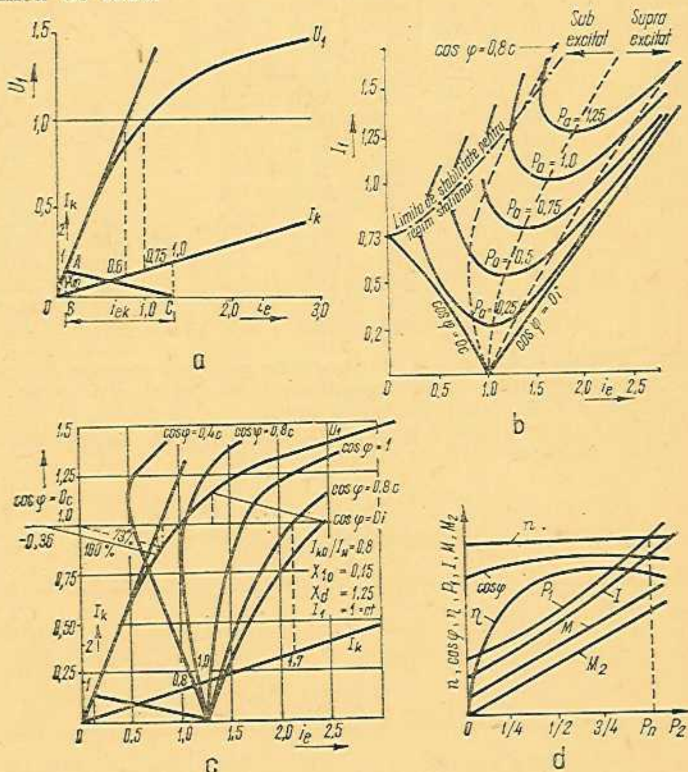


Fig. 7.4. Caracteristicile de principiu ale mașinilor sincrone:

a — caracteristica de mers în gol; *b* — $I_1 = f(i_e)$ pentru U = const; *c* — $U_1 = f(i_e)$ pentru I = const., $\cos\varphi$ = const.; *d* — caracteristicile de funcționare ale motoarelor.

7.3.2. *Generatoare sincrone de uz general*

Tipul	P_n kVA	n rot/min	U_n, V	η, %	cos φ —	U_e, V	i_e A	Masa, kg
SCRM-2T	2,0	1500	110;	63,0	0,8	—	—	—
SCRM-3T	3,0	1500	220;	66,0	0,8	—	—	—
SCRM-4T	4,0	1500	230	70,0	0,8	—	—	—
SCRM-5T	5,0	1500	idem	72,0	0,8	—	—	—
SCRM-6T	6,0	1500	idem	74,0	0,8	—	—	—
SCRM-6,2T	6,2	1500	idem	74,0	0,8	—	—	—
SCR-30T	30,0	1500	400Y	86,0	0,8	—	—	320
SCR-38T	38,0	1500	400Y	87,0	0,8	—	—	377
SCR-40T	40,0	1500	400Y	88,0	0,8	—	—	380
SCR-62,5T	62,5	1500	400Y	89,0	0,8	—	—	540
SCR-80T	80,0	1500	400Y	90,0	0,8	—	—	550
SCR-100T	100,0	1500	400Y	90,0	0,8	—	—	650
SCR-125T	125,0	1500	400Y	91,0	0,8	—	—	720
SCR-150T	150,0	1500	400Y	90,0	0,8	—	—	760
GSA-M	265,0	1500	400	91,3	0,8	63	107,0	1200
	590,0	1500	400	94,3	0,8	84	110,0	2000
	130,0	1000	400	89,6	0,8	62	63,0	1100
	175,0	1000	400	90,3	0,8	68	71,0	1300
	245,0	1000	400	90,8	0,8	75	94,0	1500
	390,0	1000	400	92,3	0,8	95	97,5	1900

Notă: Tipurile SCRM și SCR se compun din generator și tablou electric cu sistem de autoexcitație și autoreglarea tensiunii. Construcție: IMB3 — IP21 (SCRM) și IP23 (SCR). Producție IMEB.

Tipul CSA-M se utilizează la grupurile electrogene ale navelor maritime. Tipul constucției IMB 20. Producție IEP.

7.3.3. *Motoare sincrone*

Tipul Furnizorul	n, rot/min	P_n, kW	U_n, V	η, %	U_e, V	I_e, A	Masa, kg	Aparataj de pornire	Construcție
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
MSI-D — IEP	300	100	380	88,5	27	144	2150	TSA-3	IMB3+
	300	100	500	88,5	27	144	2150	TSA-3	OP22S
	300	200	380	91,0	42	137	2900	TSA-3	idem
	300	200	500	91,0	42	137	2900	TSA-3	idem

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	428	330	6000	92,0	50	135	2580	—	idem
	428	330	5000	92,0	50	135	2580	—	idem
MSI-D	428	500	6000	92,0	80	120	4000	TSA-6	IMB15+
– IEP									ExpIIT3
MSO–	600	1000	6000	94,6	69	114	9680	TSA-6	IP00
IEP	750	1250	6000	90,0	70	190	7500	TSA-6	IP00
	750	1600	6000	94,0	85	185	9120	TSA-6	IP00

Notă: 1. Semnificația simbolurilor tipurilor: M – motor; S – sincron; I – protecție IP22; O – protecție IP00; D – excitatoare detașată de motor.

2. Utilizare: MSI – pentru acționarea compresoarelor; MSO – pentru hidroameliorații.

7.4. **Mașini de curent continuu**

7.4.1. *Ecuații și caracteristici de funcționare*

Ecuațiile de funcționare ca generator (fig. 7.5, *a*), respectiv ca motor (fig. 7.5, *b*) sînt:

$$R_A I_A + \Delta U_p + U_A = E; \quad R_A + \Delta U_p - U_A = E \qquad (7.3)$$

unde: $E = pn\Phi N/a$.

Puterea, în W, și cuplul electromagnetic, în Nm:

$$P = EI_A = pn\Phi NI_A/a; \quad M = P/\Omega = pN\Phi I_A/2na. \qquad (7.4)$$

În aceste relații: I_A este curentul nominal, în A; E — tensiunea electromotoare, în V; U_A — tensiunea la borne, în V; ΔU_p — căderea de tensiune pe perii egală cu 1,5...3 V; R_A — rezistența indusului, în Ω; p — numărul de perechi de poli; a — numărul de căi de curent; N — numărul total de conductoare în crestături; n — turația motorului, în rot/min; Φ — fluxul magnetic de excitație, în Wb.

Caracteristicile de funcționare sînt date principial în fig. 7.5, *c—f*.

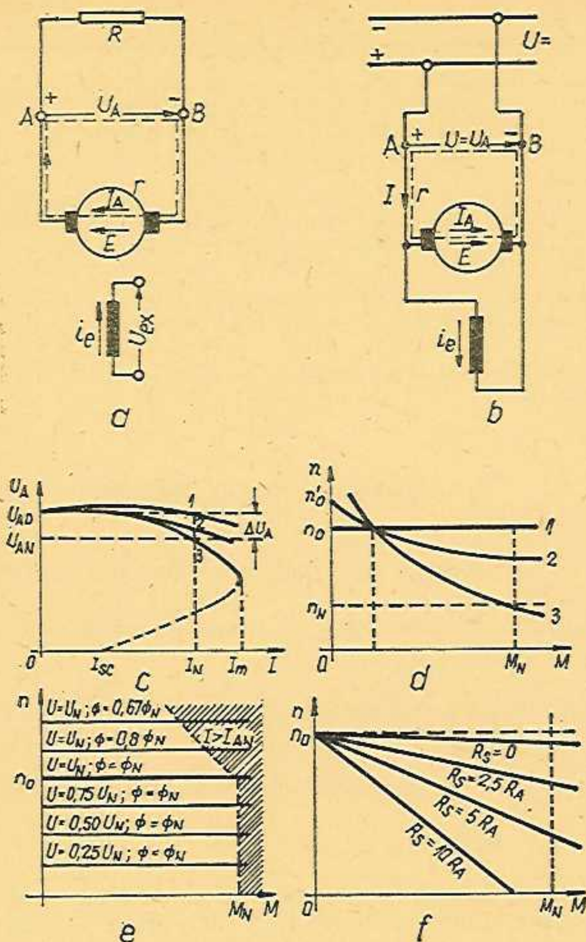


Fig. 7.5. Mașini de curent continuu:

a — schema de principiu pentru generator; *b* — idem, pentru motor; *c* — caracteristicile externe ale generatorului cu excitație: *1* — separată; *2* — derivație; *3* — mixtă; *d* — caracteristicile mecanice ale motoarelor cu excitație: *1* — derivație; *2* — serie; *3* — mixtă; *e* — idem, la reglarea excitației; *f* — reglarea vitezei motoarelor prin înserierea rezistențelor în circuitul rotoric.

7.4.2. *Generatoare de curent continuu de utilizare generală*

Tipul	P_n, kW	U_n, V	Reglajul tensiune	n, rot/min	Excitație		η %	Protecția	Masa, kg
					Tipul	U_n, V			
Ci 12	0,375	75	—	1680	mixtă	—	73	IP44	30,5
Ce 132M	3,5	115	—	2880	mixtă	—	84	IP21	68
GW 2b	4,6	230	85—230—275	1000	separată	169	78	IP44	360
Ce 180M	11	115	115—40—30	1500	mixtă	—	85	IP21	180
	18,4	230	230—23	2900	separată	110; 220	88	IP20	170,5
Ce 280S	27	115	55—115	1460	idem + serie	110	85	IP22	520
	55	170	120—227	1460	separată	110	81	IP22	520
	55	230	—	3000	separată	220	84	IP22	520
Ce 355S	110	220	—	1500	separată	220	90	IP22	1100
	110	440	85—475	1460	separată	110	90	IP22	1100

Notă. 1. Tipul de construcție este IMB3.

Nr. crt.	Tipul	P_n, kW/U_n, V/I_n, A	Reglajul turație	
			$n_m \div n_n \div n_M$, rot/min	la n_M
1	2	3	4	5
1	Ce 80	0,55/110/7,2*	100 ÷ 3000 –	0,9 M_n
2	Ce 80F	0,55/180/4,2*	20 ÷ 1725	0,3 M_n
3	Ce 112L	0,95/220/6,0*	– 1500 ÷ 2000	–
4	Ce 112L	0,95/110/12	– 1500 ÷ 2000	–
5	Ce 112L	2,2/110/25*	100 ÷ 3000 –	0,6 M_n
6	Ce 112SF	1,5/180/11,4*	125 ÷ 2500 –	0,5 M_n
7	Ce 132M	2,2/180/15*	85 ÷ 1750	0,5 M_n
8	Ce 132M	3,7/180/25*	125 ÷ 2500 –	0,5 M_n
9	Ce 132M	2,6/220/15*	100 ÷ 2000 –	0,5 M_n
10	Ce 132M	2,66/220/15	– 1500 ÷ 2250	–
11	Ce 132M	2,66/110/30	– 1500 ÷ 2250	–
12	Ce 132M	6/220/33,2*	150 ÷ 3150 –	0,5 I_n
13	Ce 132S	1,7/220/10	– 1500 ÷ 2250	–
14	Ce 132S	1,7/110/20	– 1500 ÷ 2250	–
15	Ce 132S	3,5/220/20	– 3000 ÷ 3600	–
16	Ce 132S	3,5/110/20	– 3000 ÷ 3600	–
17	Ce 132S	2,1/440/6,0	20 ÷ 2000 ÷ 3000	0,45 M_n
18	Ce 132SF	1,5/380/5,2	200 ÷ 2000 ÷ 3000	0,5 M_n
19	Cd 42UV	2,2/275/10,5	60 ÷ 3000 ÷ 3600	I_n = ct.
20	Ce 160S	4/220/22	– 1500 ÷ 2250	–
21	Ce 160S	4/110/40	– 1500 ÷ 2250	–
22	Ce 160S	5,5/440/14,8	20 ÷ 2000 ÷ 3000	0,38 M_n
23	Ce 160SP	4,5/440/12,2	20 ÷ 2000 ÷ 3000	0,38 M_n
24	Ce 180M	11/220/58	–	–
25	Ce 160M	5,5/220/29,8	– 1500 ÷ 2250	–
26	Ce 180S	7,5/220/41	500 ÷ 1500 ÷ 2250	M scă-
27	Ce 180S	7,5/220/82	500 ÷ 1500 ÷ 2250	zut
28	Ce 160M	10/220/53,5*	150 ÷ 3150 ÷ 3600	0,5 I_n
29	Ce 180M	16,5/220/86	260 ÷ 3000 ÷ 3600	v.6/
30	Ce 180L	16; 17,3/220/–	0 ÷ 1500 ÷ 3000	–
31	C2 280S	55/220/280	– 1500 –	–
32	Ce 355S1	55/220/283	60 ÷ 600 ÷ 1800	–
33	Ce 355S1	110/440(220)	150 ÷ 1500 ÷ 2250	–
34	Ci 90	0,3/24/18	– 3000 –	–
35	Ci 12	0,38/176/3*	90 ÷ 1900 ÷ 2800	–
36	Ci 12	0,5/220/3,1*	90 ÷ 1900 ÷ 3000	–
37	Ci 12	0,37/24/23,0	– 1000 –	–
38	Ci 12	0,97/220/5,5	100 ÷ 3000 –	–
39	Ci 132M	0,5/220/3,2*	30 ÷ 750 ÷ 1500	–
40	Ci 132MF	1,0/220/6,0	100 ÷ 1500 ÷ 3000	–

tinuu de utilizare generală

Nr. crt.	Excitația Mod-U_e, V/P_e/W	Construcție, grad protecție, clasă de izolație	η, %	$J=GD^2/4$, kgm²	Masa, kg
6	7	8	9	10	11
1	S-110/50	Specială-IP10-E	68	0,005	20,0
2	S-200/100	IMB34;14;18-IP23-B/F	68	0,005	24,5
3	M-	IMB3-IP22-E	79	0,015	47,0
4	M-	IMB3-IP22-E	79	0,015	47,0
5	S-110/50	IMB3;10-IP23-E	80	0,015	45,0
6	S-200/100	IMB35-IP23-F	70	0,0131	40,0
7	S-200/100	IMB3-IP23-F	80	0,0374	65,0
8	S-200/100	IMB3-IP23-F	83	0,025	59,0
9	S-100/150	IMB3-IP21-B	80	0,0375	70,0
10	M-	IMB3-IP22-E	80	0,0320	69,0
11	M-	IMB3-IP22-E	80	0,0320	69,0
12	M-220/150	IMB-IP22-F	82	0,0375	68,0
13	M-	IMB3;5-IP22-E	73	0,025	59,0
14	M-	IMB3;5-IP22-E	73	0,025	59,0
15	M-	IMB3-IP22-E	80	0,025	59,0
16	M-	IMB3-IP22-E	80	0,025	59,0
17	M-220/110	IMB3-IP21-B/F	77	0,0375	59,0
18	S-110/100	IMB5-IP21-F	76	0,0375	59,0
19	S-275/250	IMV2-IP22-E	75÷40	0,0330	64,0
20	M-	IMB3-IP22-E	82	0,05	85,0
21	M-	IMB3-IP22-E	82	0,05	85,0
22	M-220/180	IMB3-IP21-F	84	0,05	85,0
23	M-220/155	IMB5-IP21-B/F	—	0,05	85,0
24	M-	IMB3-IP21-B	85	0,250	180,0
25	M-	IMB3-IP21-E	84	0,06	95,0
26	M-	IMB3-IP21-B	83	0,15	156,0
27	M-	IMB3-IP21-B	83	0,15	156,0
28	M-220/250	IMB3-IP21-B	83	—	95,0
29	S-110(220)/-	IMB3-IP20-E	85	0,250	180,0
30	S-100/800	IMB3-IP21-E	80/84	0,650	392,0
31	MS-110(220)/-	IMB3-IP21-B	89	2,300	520,0
32	M-140/800	IMB3-IP23-B/F	89	6,000	1200,0
33	S-110(220)/-	IMB3-IP23-B	89	—	1150,0
34	M-	IMB3;34-IP54-F	67	0,005	25,0
35	S-180/70	IMB14;34-IP44-F	70	0,005	31,5
36	S-220/80	IMB34-IP44-F	70	0,005	31,5
37	D-24/-	IMB35-IP44-F	67	0,005	31,5
38	S-220/60	IMB31;34-IP54-F	80	0,050	31,5
39	S-220/100	IMB3-IP44-F	66	0,040	69,0
40	S+s-220/100	IMB3—IP44-B	76	0,040	69,0

1	2	3	4	5
41	Ci 132M	13/220/7,2	75÷1500÷2300	–
42	Ci 132M	1,4/220/7,5*	75÷1500÷2300	–
43	Ci 132M	2,2/220/12,5	–3000–	–
44	Ci 132L	2,4/440/7,0	100÷2000÷3000	–
45	Ci 160M	2,1/220/11,2*	75÷1450÷2300	–
46	Ci180M	5,0/176/3,4*	75÷1500–	–
47	Ci 180M	5,5/220/31	100÷3000–	M scă-
48	Ci 180M	6,0/220/34*	20÷2000–	zut
49	Ci 180M	3,5/220/18*	50÷1000÷1200	–
50	MCG180L	3,6/220/18,4*	75÷1500÷3000	–
51	MCG250S	7,0/220/36*	70÷1450÷2900	–
52	Ce 132MVF	5,5/380/16,6*	30÷3000–	–
53	Ce132MVF	7,5/380/23,2*	30÷3000–	–
54	MCG180M	11,4/380/35,0*	25÷2600÷3020	–
55	MCG180L	16,0/380/43,0*	25÷1000÷2700	–

Notă. 1. Tipurile Ce nr. crt. 1...33 sînt autoventilate și scăderea turației implică scăderea cuplului pînă la valoarea indicată în col. 5.

2. Tipuri Ci și *MCG* nr. crt. 34...51 sînt motoare închise, iar tipurile Ce și *MCG* nr. crt. 52...55 sînt cu ventilație forțată.

3. Toate tipurile pot funcționa cu turație în ambele sensuri; unele se pot folosi însă numai unidirecțional (nr. crt. 12 și 28). Pentru schimbarea sensului se schimbă poziția ecliselor în cutia de borne.

7.4.4. *Motoare de curent continuu alimentate prin convertizoare, pentru acționări principale ale mașinilor-unelte cu comandă numerică*

Motoare cu caracteristica *P-n* Ⓐ-fig. 3.21

Tip motor: MCU	P_m, kW	P_n, kW	n_n, rot/min	n_m, rot/min	AP, nr. crt.
1	2	3	4	5	6
Seria 300 RPM					
315Y-80-480-07-	50,0	52,0	310	2170	10
315Y-80-480-06-	50,0	56,0	340	2040	10
315Y-80-480-05-	60,0	62,0	370	1850	10
355X-125-500-07-	75,0	82,0	330	2310	11
355X-125-500-06-	75,0	88,4	355	2130	11
355X-125-500-05-	75,0	97,0	390	1950	11

6	7	8	9	10	11
41	S-220/100	IMB3-IP44-F	78	0,040	69,0
42	S-190/100	IMB3-IP54-F	79	0,040	69,0
43	M-150/150	IMV1-IP44-E	79	0,040	69,0
44	S-110/100	IMB3;IMV15-IP44-F	78	0,045	85,0
45	S-190/150	IMB3-IP54-F	85	0,060	85,0
46	S-180/150	IMB3;35-IP44-F	—	0,200	180,0
47	S-200/100	IMB3-IP44-E	80	0,200	179,0
48	S-110/100	IMB6-IP44-E	80	0,200	179,0
49	S-220/320	IMB3-IP44-F	84	0,200	180,0
50	S-190/250	IMB3-IP54-F	83	0,250	212,0
51	S-190/420	IMB3-IP44-F	85	1,450	400,0
52	S-110/200	IMB3-IP23-F	83	0,150	105,0
53	S-110/200	IMB3-IP23-F	83	0,150	105,0
54	S-220/300	IMB3-IP23-F	85	0,200	233,0
55	S-220/300	IMB3-IP23-F	84	0,300	310,0

4. Puterile nominale sînt pentru serviciul S1 la maximum 40°C.

5. Simbolizare: *S*, *M*, *s*, *D* — excitație separată, mixtă, serie, derivație;

* — alimentate prin convertizoare miniatură tip *CM* (§ 3.7.9 — unde s-a trecut nr. crt. al motorului alimentat și comandat de fiecare tip de convertizor).

1	2	3	4	5	6
		Seria 400 RPM			
132X-5-625-07-	3,2	3,2	410	2870	2
132X-5-625-06-	3,2	3,5	440	2650	2
132X-5-625-05-	3,2	3,9	485	2420	2
160X-9,3-650-07-	5,7	6,1	425	2975	3
160X-9,3-650-06-	5,7	6,6	460	276P	3
180L-14-650-07-	8,6	9,2	425	2975	3
180L-14-650-06-	8,6	9,9	460	2760	3
200L-19-650-07-	11,7	12,4	425	2975	4
200L-19-650-06-	11,7	13,4	460	2760	4
225L-22-650-07-	13,5	14,4	425	2975	4
225L-22-650-06-	13,5	15,5	460	2760	4
250L-44-650-07-	27,0	28,0	425	2975	8
250L-44-650-07-	27,0	31,0	460	2760	8
280X-60-650-06-	37,0	42,5	460	2600	9

1	2	3	4	5	6
315Y-80-480-04-	66,6	69,0	460	1660	10
315Y-80-480-03-	66,6	80,0	480	1440	10
355X-125-500-04-	100,0	108,0	430	1720	11
Seria 500 RPM					
132X-5-625-04-	4,0	4,3	540	2160	2
132X-6,6-830-07-	4,0	4,3	545	3800	2
132X-6,6-830-06-	4,0	4,6	585	3500	2
160X-9,3-650-05-	7,2	7,2	500	2500	3
160X-12-760-07-	7,9	7,8	540	2780	3
160X-9,3-650-04-	7,1	8,0	560	2250	3
160X-12-760-06-	7,9	8,5	585	3500	3
160X-13-925-07-	7,0	8,5	590	4000	3
180L-16-750-07-	10,6	10,5	490	3440	3
180L-14-650-05-	10,8	10,8	500	2250	3
180L-16-750-06-	10,6	11,3	530	3180	3
180L-14-650-04	10,6	12,0	560	2250	3
180L-16-750-05-	10,6	12,4	580	2910	3
200L-19-650-06-	14,7	14,7	500	2500	5
200L-19-650-04-	14,7	16,4	560	2250	5
225L-22-650-05-	17,0	17,0	500	2500	5
225L-22-650-04-	16,9	19,0	560	2250	5
250L-44-650-05-	34,0	34,0	500	2500	8
250L-44-650-04-	34,0	38,0	560	2250	8
280X-60-650-05-	46,5	46,5	500	2500	9
315Y-110-650-05-	85,0	85,0	500	2500	11
355X-125-500-03-	125,0	125,0	500	1500	11
355X-155-650-05-	120,0	120,0	500	2500	v.n.
355X-155-650-04-	120,0	134,0	560	2250	v.n.
Seria 600 RPM					
132X-5-625-03-	4,8	5,0	625	1875	2
132X-6,6-830-05-	4,8	5,1	645	3225	2
160X-13-925-06-	8,4	9,2	640	3800	3
160X-9,3-650-03-	8,5	9,3	650	1950	3
160X-12-760-05-	9,4	9,3	640	3200	3
180L-16-750-04-	12,8	13,9	650	2600	3
180L-14-650-03-	12,9	14,0	650	1950	3
200L-19-650-03-	17,5	19,0	650	1950	5
200L-25-850-05-	17,6	19,4	660	3250	5
225L-27,5-810-05-	20,3	21,3	630	3000	5
225L-22-650-03-	20,3	22,0	650	1950	5
250L-44-650-03-	40,6	44,0	650	1950	7
280X-60-650-03-	55,5	60,0	650	1950	9

1	2	3	4	5	6
280X-72-775-04-	55,5	62,0	670	2600	9
315Y-110-650-03-	101,0	110,0	650	1950	11
315X-155-650-03-	143,0	155,0	650	1950	v.n.
		Seria 700 RPM			
132X-8-1000-06-	5,6	5,6	710	4260	2
132X-6,6-830-04-	5,5	5,7	720	2880	2
132X-8-1000-05-	5,6	6,2	775	3875	2
160X-13-925-05-	10,0	10,0	700	3500	3
160X-12-760-04-	10,0	10,4	715	2860	3
160X-13-925-04-	10,0	11,0	780	3100	3
160X-12-760-03-	10,0	12,0	760	2475	3
180L-16-750-03-	15,0	16,0	750	2250	3
180L-21-975-05-	15,0	16,3	755	3600	4
180L-21-975-04-	15,0	18,2	845	3380	4
200L-25-850-04-	20,5	21,7	735	2940	4
225L-27,5-810-04-	23,8	23,8	700	2800	4
250LX-66-850-04-	54,0	57,0	740	2960	9
280X-72-775-03-	65,0	72,0	775	2325	9
315X-78-770-03-	71,0	78,0	770	2500	10
315Y-125-745-03-	117,0	125,0	746	2235	11
		Seria 800 RPM			
132X-6,6-830-03-	6,3	6,6	830	2500	2
132X-8-1000-04-	6,3	6,9	865	3400	2
132X-10-1215-05-	6,3	7,2	980	4300	3
160X-13-925-03-	11,2	13,0	925	2700	3
180L-21-975-03-	17,2	21,0	975	2925	5
200L-25-850-03-	23,5	25,0	850	2550	5
200LX-30-1000-04-	24,0	25,0	865	3250	5
225L-27,5-810-03-	27,2	27,2	810	2430	5
225L-34-950-03-	28,6	34,0	950	3000	7
250LX-66-860-03-	61,4	66,0	860	2580	9
280LX-82-800-03-	82,0	82,0	800	2600	10
355Y-180-800-03-	180,0	180,0	800	2400	v.n.
		Seria 1000 RPM			
132X-8-1000-03-	8,0	8,0	1000	3000	2
132X-10-1275-04-	7,8	8,6	1100	4300	3
132X-10-1275-03-	7,8	10,0	1275	3825	3
132X-12,5-1560-04-	8,0	10,8	1350	4300	3
132X-12,5-1560-03-	8,0	12,5	1560	4300	3
160X-17-1150-04-	14,8	14,7	1010	4000	3
160X-17-1150-03-	14,8	17,0	1150	3510	3

1	2	3	4	5	6
160X-21,8-1500-03-	14,5	21,8	1500	4000	5
180L-26-1220-03-	21,3	26,0	1220	3600	5
200LX-30-1000-03-	30,0	30,0	1000	3000	5
225LX-60-1300-03-	46,0	60,0	1300	3000	9
250L-75-1125-03-	66,6	75,0	1125	3000	9
250L-88-1300-03-	67,7	88,0	1300	3000	10
280Y-110-1100-03-	100,0	110,0	1100	3600	11

Motoare cu caracteristica *P-n* (B)* fig. 3.21

Tip motor: MCU	P_m, kW	P_n, kW	n_n, rot/min	n_1, rot/min	P_2, kW	n_2, rot/min	AP nr. crt.
1	2	3	4	5	6	7	8
			Seria 600 RPM				
132X-5-625-34-	4,8	5,0	625	1875	4,3	2160	(1)
132X-5-625-35-	4,8	5,0	625	1875	3,9	2420	(1)
132X-5-625-36-	4,8	5,0	625	1875	3,5	2650	(1)
132X-5-625-37-	4,8	5,0	625	1875	3,2	2870	(1)
160-9,3-650-34-	8,5	9,3	650	1950	8,0	2250	(3)
160-9,3-650-35-	8,5	9,3	650	1950	7,2	2500	(3)
160-9,3-650-36-	8,5	9,3	650	1950	6,6	2760	(3)
160-9,3-650-36-	8,5	9,3	650	1950	6,1	2975	(3)
180L-14-650-34-	12,9	14,0	650	1950	12,0	2250	(3)
180L-14-650-35-	12,9	14,0	650	1950	10,8	2500	(3)
180L-14-650-36-	12,9	14,0	650	1950	9,9	2760	(3)
180L-14-650-37-	12,9	14,0	650	1950	9,2	2975	(3)
200L-19-650-34-	17,5	19,0	650	1950	16,4	2250	(5)
200L-19-650-35-	17,5	19,0	650	1950	14,7	2500	(5)
200L-19-650-36-	17,5	19,0	650	1950	13,4	2760	(5)
200L-19-650-37-	17,5	19,0	650	1950	13,4	2975	(5)
225L-22-650-34-	20,3	22,0	650	1950	19,0	2250	(5)
225L-22-650-35-	20,3	22,0	650	1950	17,0	2500	(5)
225L-22-650-36-	20,3	22,0	650	1950	15,5	2760	(5)
225L-22-650-37-	20,3	22,0	650	1950	14,4	2975	(5)
250L-44-650-34-	40,6	44,0	650	1950	38,0	2250	(8)
250L-44-650-35-	40,6	44,0	650	1950	34,0	2500	(8)
250L-44-650-36-	40,6	44,0	650	1950	31,0	2760	(8)
250L-44-650-37-	40,6	44,0	650	1950	28,0	2875	(8)
280X-60-650-34-	55,5	60,0	650	1950	52,0	2250	(9)
280X-60-650-35-	55,5	60,0	650	1950	46,5	2500	(9)

1	2	3	4	5	6	7	8
280X-60-650-36-	55,5	60,0	650	1950	42,5	2600	(9)
315Y-80-480-34-	80,0	80,0	480	1440	69,0	1660	(10)
315Y-80-480-35-	80,0	80,0	480	1440	62,0	1850	(10)
315Y-80-480-36-	80,0	80,0	480	1440	56,0	2040	(10)
315Y-80-480-36-	80,0	80,0	480	1440	52,0	2170	(10)
315Y-110-650-34-	101,0	110,0	650	1950	95,0	2250	11)
315Y-110-650-35-	101,0	110,0	650	1950	85,0	2500	(11)
355X-125-500-34-	125,0	125,0	500	1500	108,0	1720	(11)
355X-125-500-35-	125,0	125,0	500	1500	97,0	1950	(11)
355X-125-500-36-	125,0	125,0	500	1500	88,4	2130	(11)
355X-125-500-37-	125,0	125,0	500	1500	82,0	2310	(11)
355X-155-650-34-	134,0	155,0	650	1950	134,0	2250	(11)

Seria 800 RPM.

132X-6,6-830-34-	6,3	6,6	830	2500	5,7	2880	(2)
132X-6,6-830-35-	6,3	6,6	830	2500	5,1	3225	(2)
132X-6,6-830-36-	6,3	6,6	830	2500	4,6	3500	(2)
132X-6,6-830-37-	6,3	6,6	830	2500	4,3	3800	(2)
160X-12-760-34-	12,0	12,0	760	2475	10,4	2860	(4)
160X-12-760-35-	12,0	12,0	760	2475	9,3	3200	(4)
160X-12-760-36-	12,0	12,0	760	2475	8,5	3500	(4)
160X-12-760-37-	12,0	12,0	760	2475	7,8	3780	(4)
160X-13-925-34-	11,2	13,0	925	2700	11,0	3100	(4)
160X-13-925-35-	11,2	13,0	925	2700	10,0	3500	(4)
160X-13-925-36-	11,2	13,0	925	2700	9,2	3800	(4)
160X-13-925-37-	11,2	13,0	925	2700	8,5	4000	(4)
180X-16-750-34-	16,0	16,0	750	2250	13,9	2600	(4)
180X-16-750-35-	16,0	16,0	750	2250	12,4	2910	(4)
180X-16-750-36-	16,0	16,0	750	2250	11,3	3180	(4)
180X-16-750-37-	16,0	16,0	750	2250	10,5	3440	(4)
200L-25-850-34-	23,5	25,0	850	2550	21,7	2290	(5)
200L-25-850-35-	23,5	25,0	850	2550	19,4	3250	(5)
225L-27,5-810-34-	27,2	27,5	810	2430	23,8	2800	(5)
225L-27,5-810-35-	27,2	27,5	810	2430	21,3	3000	(5)
250LX-66-860-34-	61,4	66,0	860	2580	57,0	2960	(9)
280X-72-775-34-	72,0	72,0	775	2325	62,0	2600	(9)

Seria 1000 RPM

132X-8-1000-34-	8,0	8,0	1000	3000	6,9	3460	(2)
132X-8-1000-35-	8,0	8,0	1000	3000	6,2	3875	(2)
132X-8-1000-36-	8,0	8,0	1000	3000	5,6	4260	(2)
132X-10-1275-34-	7,8	10,0	1275	3825	8,6	4300	(4)
160X-17-1150-34-	14,8	17,0	1150	3510	14,7	4000	(4)

1	2	3	4	5	6	7	8
180L-21-975-34-	21,0	21,0	975	2925	18,2	3380	(5)
180L-21-975-35-	21,0	21,0	975	2925	16,3	3600	(5)
200LX-30-1000-34-	30,0	30,0	1000	3000	25,0	3250	(5)

Notă. Motoarele MCU se utilizează pentru acționări principale la mașinile-unelte cu comandă numerică, alimentate și comandate prin convertizoare VARET în complet AP (v. § 3.7.9).

Au 4 poli de excitație și 4 poli auxiliari. Înfășurarea de excitație este independentă, cu două căi de curent conectabile în serie (la 220 V) sau în paralel (la 110 V); pentru a permite inversarea sensului de rotație, nu are înfășurare serie ajutătoare. Înfășurările de comutație sînt pe polii auxiliari, iar cele de compensație în crestăturile polilor de excitație, dispuse simetric față de înfășurarea rotorului și legate în serie cu acesta.

Pentru alegerea completului AP, în coloana 6 din tabel este indicat, nr. crt. al aparatului corespunzător din tabelul din § 3.7.9 — nota 2; pentru v.n. — completul este AP-CPTR: 380-12/870-A-355/155/2500(2250 1950, 2400) respectiv AP-CPTR 380-12/870-B-355/155/2250(2500).

7.5. Motoare electrice diverse

7.5.1. *Micromotoare electrice și microreductoare*

Tipul	Codul	U_n, V	f, Hz	P_n, W	n, rot/min	Gabaritul, mm
MS-1	8811D(I)	110,220	50	3,7	600	52×50×35
MH-1	8812D(I)	24,110,220	50	5,0	375	62×45×39
MH-1	8812D(I)	24,110,220	60	5,0	450	62×45×39
MSR-1	8810D(I)	24,220,110	50	3,7	v.n.2	54×63×39
MSRv-1	8813	220	50	4,5	600	⌀51×24
MSRRv-1	8814	220	50	4,5	v.n.2	54×63×40

Notă. 1. Simbolizare: M — micromotor; *S* — sincron; Rv — reversibil; H — sincron cu histerezis; R — reductor; D(I) — rotație în sens direct (invers). Producție: I. Relee — Mediaș.

2. Pentru micromotoarele MSR-1 și MSRRv-1:

Turația la ieșire, rot/min	1/1440	1/720	1/360	1/240	1/180
Cuplul total la ieșire, Ncm	30	30	30	30	30

1/120	1/60	1/40	1/30	1/20	1/15	1/12	1/10	1/6	1/4
30	30	30	30	30	30	30	30	30	30

1/3	1/2	1	2	3	4	5	6	8	10	15	30	60
30	30	30	17,6	11,7	11	8,8	7,3	4,4	5,5	2,9	1,8	0,9

7.5.2. *Motoare de curent continuu cu întrefier axial și rotor disc*

Tipul motorului	U_n, V	n, rot/min	M, în Nm, pentru n egală cu				
			0	$n_M/4$	$n_M/2$	$3n_M/4$	n_M
SMU-C 1A	164	$0 \div 3000$	11,8	10	9	8	3
SMU-C 1B	315	$0 \div 2600$	22,0	20	18	14	2
SMU-C 2A	215	$0 \div 1500$	40,0	38	35	25	15
SMU-C 2B	320	$0 \div 1500$	55,0	55	52	43	26
SMU-C 3A	360	$0 \div 1000$	125,0	125	80	75	55

Notă. 1. Sînt produse de ELECTROMOTOR – Timișoara. Cîmpul magnetic de excitație este dat de magneți permanenți metalici sau ceramici.

Față de motoarele de c.c. clasice;

– Avantaje electrice: caracteristicile M, n, I liniare, deci reglaj precis; cuplul de pornire de $4 \div 8$ ori mai mare decît M_n; pierderi reduse prin încălzire prin înlăturarea înfășurării de excitație; comutație perfectă în toate regimurile, indusul neavînd fier; gamă largă de turații; constanta electromagnetică de timp practic nulă;

– Avantaje mecanice: inerția rotorului disc, constanta mecanică de timp și gabaritul, reduse; construcție mai simplă; utilizare limitată numai de temperatura admisibilă a rotorului (150°C).

Utilizare: acționări electrice reversibile rapide (prin alimentare prin variator) cum ar fi acționarea automată a avansurilor mașinilor-unelte.

7.6. Grupuri convertizoare

7.6.1. *Grupuri convertizoare de curent*

Caracteristicile \ Tipul	Curent continuu — curent continuu		Curent alternativ — — curent continuu
	GEE 1-750/27	GGMe 32a-32	GCac-1/1,5
n, rot/min	2000	2200	2800
Regim de lucru	S1	S1	S1
Construcție:			
— formă	Monobloc motor-generator		
— grad protecție	IP22/IP44	IP20/IP43	IP23/IP44
— masă, kg	148	85	72
Motor:			
P_n, kW	2,7	1,1	1,5
U_n, V	750	135÷170	220/380
I_n, A	36	10,9÷8,2	—
cos φ	—	—	0,87
Generator:			
P_n, kW	1,1	0,78	1
U_n, V	27	24	230
U_e, V	—	—	220
I_n, A	40,8	32,5	—

Notă. Utilizare: c.c. — c.c., în rețelele de c.c. pentru schimbarea tensiunii; c.a—c.c., pentru utilizarea c.c. în rețelele de c.a.

7.6.2. *Convertizoare de sudare cu arc electric*

Caracteristicile \ Tipul	În curent continuu						În c.a. CSCA 250
	CS125	CSG350	CSG3	CS315	CS5A	CS5B	
1	2	3	4	5	6	7	8
Construcție:							
— formă	Monobloc, autoventilat, portabil						
— protecție	IP23	IP23	IP23	IP23	IP23	IP23	IP23
— masă, kg	135	420	420	290	600	480	165
Generator:							
S6-35% I, A	160	370	370	370	625	625	—
S6-35% U, V	26	35	35	35	44	44	—
S6-60% I, A	125	315	315	315	500	500	250
S6-60% U, V	25	32	32	33	40	40	—
S1-100% I, A	95	245	245	240	370	350	180
S1-100% U, V	24	30	30	30	35	34	—
U_e, V	65÷43	63÷43	63÷43	75÷43	76÷52	75÷54	≤80
Reglaj, A-V	25—21	50—22	50—22	50—22	50—22	—	50—22
	160—26	370—35	370—35	370—35	625—44	—	250—30

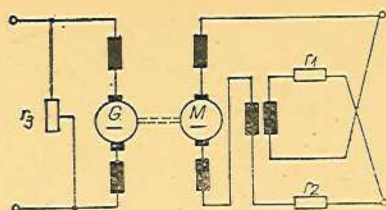


Fig. 7.6. Schema electrică a convertizorului GEE 1-750/27.

a

b

Fig. 7.7. Schemele electrice ale convertizoarelor de sudură:

a – tip CS5B; *b* – tip CSC315; *M1* – motor asincron trifazat *G1* – generator de sudură; *G2* – coloană redresoare în punte; *Q1* – comutator stea-triunghi; *X* – placă de borne; *R1*, *R2* – rezistențe de reglaj; *F1* – siguranțe fuzibile; *R3* – reostat de excitație; *S1* – separator de curent; *S2* – inversor; *P1* – ampermetru cu șunt; *C1* – condensatoare antiparazit.

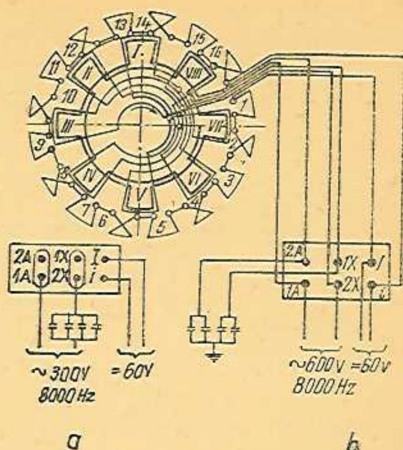
1	2	3	4	5	6	7	8
Motor (S6-60%):							
220 V I_n, A	20	54	54	65	—	—	32
220 V cos φ	0,78	0,80	0,80	0,85	—	—	0,80
380 V I_n, A	11	32	32	32	60	55	18
380 V cos φ	0,83	0,85	0,85	0,88	0,87	0,90	0,87
440 V I_n, A	10	27	27	28	49	49	16
440 V cos φ	0,78	0,80	0,80	0,85	0,85	0,80	0,80
500 V I_n, A	12	25	25	27	45	45	16
500 V cos φ	0,60	0,78	0,78	0,83	0,80	0,70	0,75
n, rot/min	3000	1500	1500	3000	1500	3000	3000

7.6.3. *Convertizoare de medie frecvență*

Caracteristicile	Tip GEF-AV–						
	100/8000	110/8000	50/8000	56/8000	125/2500	725/2500	300/2500
Generator:							
P_n, kW	100	110	50	56	125	125	300
U_n, V	700	750	700	750/375	750	1500/750	1400/700
f, Hz	8000	8000	8000	8000	2500	2500	2500
cos φ_c	0,8	0,7	0,8	0,7	0,95	0,95	1
U_c, V	60; 120	60; 120	60; 120	60; 120	120	120	250
Motor:							
P_n, kW	125	135	55	72	150	150	325
U_n, V	380	380	380	380	380	380	380
I_n, A	216	237	113	128	255	255	593
f, Hz	50	50	50	50	50	50	50
cos φ	0,88	0,88	0,86	0,85	0,89	0,89	0,915
Ansamblu:							
n, rot/min	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
η, %	80	80	78	78	83	83	84
masă, kg	2150	2180	1450	1460	2250	2280	4000
apă, l/min	30÷40	30÷40	20÷30	20÷30	30÷40	30÷40	60÷70

Notă: Se utilizează în metalurgie și industria construcțiilor de mașini pentru topire, călire superficială, forjare, brazare, sudare etc. Fiind silențioase, pot fi montate în fluxul tehnologic.

Fig. 7.8. Schemele legăturilor generatoarelor GEF:
a — pentru 300 V; b — pentru 600 V.



7.7. Grupuri electrogene de curent alternativ

7.7.1. *Grupuri electrogene cu comandă manuală*

Caracteristicile	GTE 4/220 TS	GTE 5/400 TS	GTE 4/231 TS	GTE 38/400 TS	GTE 38/231 TS	GTE 70/400 TS	GTE 125/400 TS	GE 125/400 TS
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Generator:								
P_n, kVA	4	5	5	38	38	70	125	125
U_n, V	220	400	231	400	231	400	400	400
cos φ	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
η, %	72	80	80	89,3	89,3	92,4	92,5	92,5
Protecție	IP23	IP23	IP23	IP23	IP23	IP23	IP23	IP23
Motor:								
Tip	2S9	2S9	2S9	D107-A	D107-A	D1206 T	Torpedo	Wolla
Timpi	2	2	2	4	4	4	4	4

1	2	3	4	5	6	7	8	0
Carburant	Benzină			Motorină				
P_m, CP	7	7	7	50	50	86	165	170
Ansamblu:								
Gabarit (staționar), mm	1200× 600× 850	1200× 600× 850	1200× 600× 850	2160× 880× 2000	2160× 880× 2000	2850× 1260× 1500	3330× 1260× 1500	3500× 1350× 1530
Masa, kg:								
— staționar	210	210	210	1350	1350	2435	3000	2650
— semimobil	220	220	220	1450	1450	2785	3400	2970
— mobil	—	—	—	2100	2000	4270	4900	5170

Notă. 1. Utilizări: pentru furnizarea energiei electrice unde nu poate fi obținută convenabil din rețelele publice (obiective izolate, șantiere, tabere etc.).

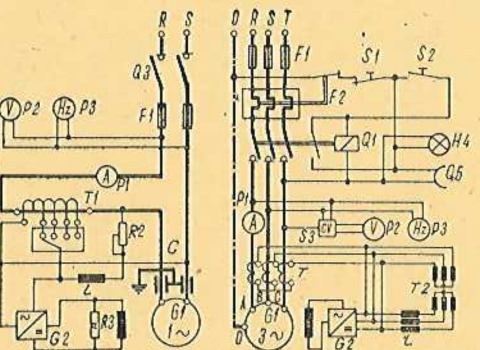
2. Producător I.M.E.B. (este necesară informare prealabilă asupra producției curente). Scheme electrice de principiu în fig. 7.9.

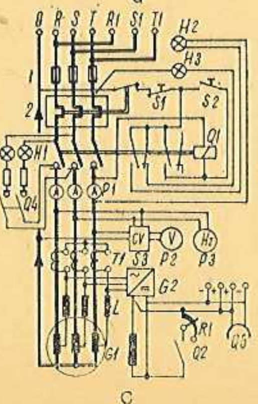
7.7.2. *Grupuri electrogene cu comandă automată*

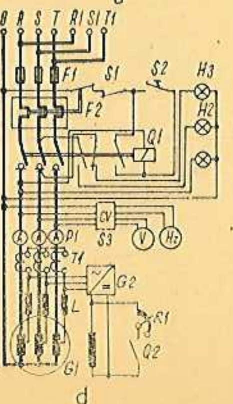
Tipul	Generator				Motor		Masă, kg	Gabarit, $L \times l \times H$, mm
	P_n, kVA	U_n, V	cos φ	η, %	P_n, CP	Consum, g/CP		
GEA-38/I	38	400	0,8	89,3	50	—	1350	2160×880×2000
GEA-80	70	400	0,8	90,0	86	200	2435	2850×1260×1500
GEA-125	125	400	0,8	92,5	170	—	2650	3500×1350×1530
GEI-300	300	400	0,8	—	375	175	4800	—
GEI-750	750	400	0,8	—	890	170	0688	—

Notă. 1. Utilizări: ca grupuri de intervenție în cazul căderii alimentării din sistemul furnizorului, pentru receptoarele de categoria *O* (inclusiv pompele de incendiu cu acest statut — v. § 17.6) ale consumatorilor. Timp de intrare în funcțiune, circa 20 s.

2. Producție: pînă la 125 kVA — IMEB, restul — FAUR (este necesară informare prealabilă asupra producției curente). Schema electrică bloc în fig. 7.10.







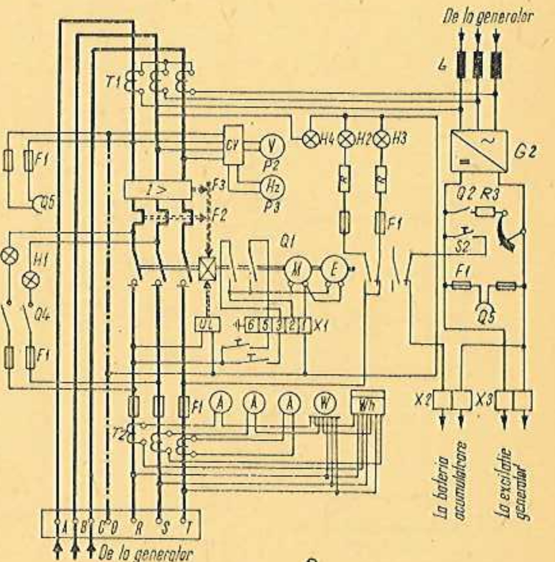


Fig. 7.9. Schemele electrice ale grupurilor electrogene cu comandă manuală:

a — tip GTE4; *b* — tip GTE5; *c* — tip GTE30; *d* — tip GTE38; *e* — tip GET75-125.

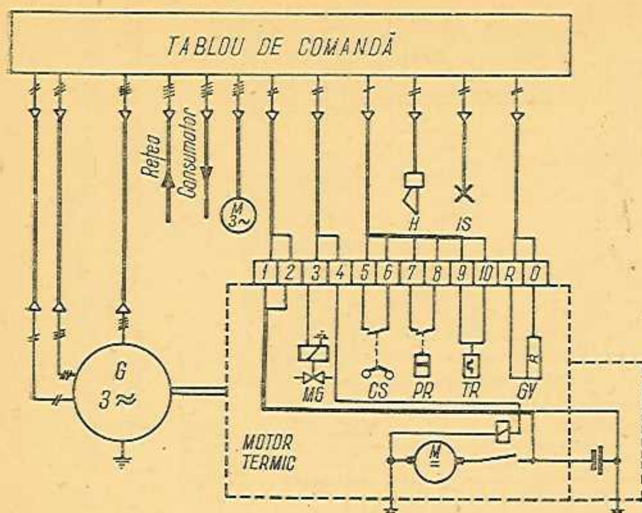


Fig. 7.10. Schema bloc a grupurilor electrogene cu comandă automată: *MG* – vană combustibil; *PR* – presostat; *LS* – iluminat de siguranță; *TR* – termorezistență; *GV* – încălzitor de apă; *V* – ventilator; *H* – hupă semnalizare.

7.8. Indicații generale privind exploatarea, întreținerea și repararea mașinilor electrice

7.8.1. *Indicații de exploatare și întreținere*

Servirea utilajului (de către personalul care servește și mecanismul acționat):

— Pornirea, reglarea turației și oprirea motorului funcție de necesitățile de utilizare;

— Controlul sarcinii, lagărelor (temperatură, nivel de ulei), temperaturii bobinajelor (unde sînt montate termorezistențe);

— Schimbarea uleiului din lagăre;

— Supravegherea generală și permanentă a funcționării;

— Deconectarea imediată în caz de: accidente, apariția fumului sau flăcărilor în bobinaje, vibrații neadmise, de-

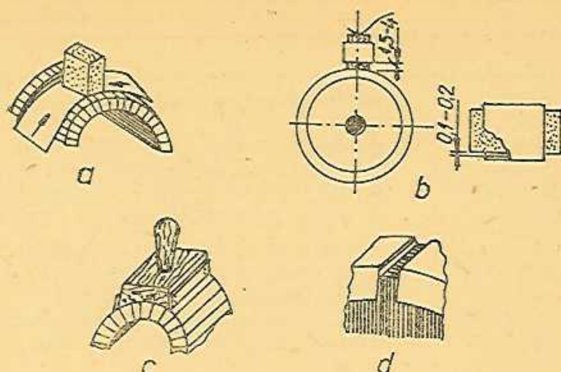


Fig. 7.11. Întreținerea colectorului și periilor:
a — șlefuirea și ajustarea periilor; *b* — înlocuirea periilor; *c* — șlefuirea colectorului; *d* — canelarea colectorului.

fectarea mecanismului acționat, încălziri neadmise în lagăre, reducerea turației însoțită de încălzirea rapidă a motorului;

Controlul periodic (în timpul punerilor în funcțiune):

— Măsurarea rezistenței de izolație (fig. 7.13, *a* și *b*) și a bătăii arborelui sau întrefierului mașinii;

— Înlăturarea (în timpul de pauză) a unor defecte sau deteriorări minore ca: curățirea de praf sau impurități prin aspirare, înlocuirea periilor uzate sau ajustarea și șlefuirea celor refolosibile (fig. 7.11, *a*), curățirea și șlefuirea contactelor, strîngerea bornelor etc.;

— Stabilirea, ca rezultat al controlului periodic, a datei la care echipamentul electric trebuie să intre în reparație precum și a categoriei de reparație care trebuie executată.

7.8.2. *Categorii de reparații*

Denumirea reparației	Conținutul reparației
1	2
Reparații curente (se înlătură piesele uzate	Verificarea și reparațiile mici ale mecanismului pentru ridicarea periilor, șlefuirea și ajustarea periilor uzate, dar refolosibile, sau înlocuirea

1	2
sau deteriorările mici; e necesară demontarea parțială sau totală a mașinii)	periilor deteriorate sau complet uzate (fig. 7.11, *a*, *b*). Ștergerea, șlefuirea (fig. 7.11, *c*) și canelarea fig. 7.11, *d*) colectorului, verificarea stării lui de izolație eventual, lipirea stegulețelor și a capetelor înfășurărilor.
Reparații curente (se înlătură piesele uzate sau deteriorările mici; e necesară demontarea parțială sau totală a mașinii)	Verificarea stării contactelor, șlefuirea lor, curățarea bornelor și a legăturilor la borne, remedierea defectelor constatate. Verificarea reglajului releelor de comandă și protecție și corectarea acestui reglaj, dacă este cazul. Verificarea stării izolației înfășurărilor și recondiționarea ei în locurile deteriorate. Verificarea funcționării mașinii și a mecanismului de transmisie. Vopsirea mașinii.
Reparații capitale (se înlocuiesc înfășurările deteriorate și piesele mecanice necorespunzătoare).	Înlocuirea completă sau parțială a înfășurărilor. Turnarea și prelucrarea din nou a rotorului, Înlocuirea scuturilor portpalier. Sudarea fisurilor din carcasa mașinii. Înlocuirea contactelor, a bornelor etc. Reîncărcarea lagărelor de aluminiu sau înlocuirea rulmenților. Strunjirea sau chiar reasamblarea colectorului cu înlocuirea lamelelor deteriorate. Strunjirea sau înlocuirea inelelor colectoare și a garniturilor de izolație ale acestora față de masa rotorului. Înlocuirea mecanismului de ridicare a periilor, dacă e cazul. Îndreptarea axului rotorului și echilibrarea ansamblului ax-rotor. Modificarea mașinii pentru condiții noi de funcționare. Bandajarea rotorului. Încercarea mașinii reparate (v. § 7.8.4.)

7.8.3. *Calculul rebobinării motoarelor asincrone trifazate în colivie*

Date de calcul. Se stabilesc, funcție de situație:

- Tipul de construcție a motorului: închis (fără ventilație sau cu ventilație exterioară); deschis sau protejat (cu ventilație normală sau intensă);

• De pe plăcuța de fabricație: P_n — puterea nominală, în kW; U — tensiunea de alimentare din rețea, în V; conexiunile înfășurării statorice; f — frecvența tensiunii de alimentare, în Hz; I — curentul absorbit la P_n, în A; n_n — turația nominală, în rot/min; $\cos \varphi_n$ — factorul de putere nominal; η_n — randamentul la P_n, în %;

• Cînd lipsesc aceste date trebuie precizate cel puțin: n_n și U_f — tensiunea care se aplică pe faza motorului (v. mai jos), în V;

• Se măsoară sau se determină: D_i — diametrul interior al statorului, în m; L_{Fe} — lungimea pachetului de tole, în m; Z — numărul de crestături; S_{cr} — suprafața transversală a crestăturii (v. fig. 7.12), în mm².

Cazul păstrării caracteristicilor electrice existente. Cînd există plăcuța de fabricație:

— numărul de perechi de poli	$p \approx 60 f/n_n$ (nr. întreg)
— puterea aparentă absorbită, kVA	$S = P_n/\eta_n \cos \varphi_n$
— tensiunea pe faza motorului, V	$U_{fY} = U/\sqrt{3}$; $U_{f\Delta} = U$

Cînd nu se dispune de datele indicate pe plăcuță:

— $S = f(D_i, 2p)$ — puterea aparentă, kVA	din fig. 7.12
— η_n — randamentul, % și $\cos \varphi_n$	din fig. 7.12
— curentul pe faza motorului, A	$I_f = S \cdot 10^3/(3U_f)$

Calculul numărului de spire:

$A = f(S)$ — pătura de curent, A/m	din fig. 7.12
— numărul de spire în serie pe fază	$N_{sf} = \pi D_i A/(6I_f)$
— a — numărul de căi de curent	v. nota 2
— numărul de bobine pe fază:	
• pentru înfășurări într-un strat	$N_{bf} = Z/6a$
• pentru înfășurări în două straturi	$N_{bf} = Z/3a$
— numărul de spire pe bobină	$N_{sb} = N_{sf}/N_{bf}$ (nr. întreg)

— numărul de spire pe fază corectat	$N_{sf} = N_{sb}N_b$
— numărul de spire în crestătură	$N_{scr} = 6\ Na/Z$
— numărul de crestături pe pol și fază	$q = Z/(6p)$
— pasul înfășurării (scurtat, pentru înfășurări uzuale; v. și nota 2)	$y = kq$ (unde $k = 1{,}5 \rightarrow p = 1$; $k = 2{,}4 \rightarrow p \geqslant 2$)
— $B_\delta = f(S)$ — inducția magnetică în întrefier, în T și $\alpha = f(S)$ — coeficientul de acoperire polară	din fig. 7. 12 (pentru inducția magnetică — v. nota 4)
— căderea de tensiune în înfășurarea statorului în funcție de $2p$	see table below
— fluxul magnetic total pe pol (pentru înfășurare cu pas scurtat)	$\Phi = U_f(1 - \varepsilon)/(k_y f N_{sf})$ unde $k_y = 4$
— pasul polar, *m*	$\tau = \pi D_i/(2p)$
— lungimea efectivă a pachetului de tole (se compară cu cel măsurat)	$L_{Fe} = \Phi/(\alpha B_\delta \tau)$ unde α se ia din fig. 7.12
— j—densitatea de curent, A/mm²	din fig. 7.12
— secțiunea, mm² și diametrul, mm conductorului neizolat (cînd $s_c > 3$ mm² se iau mai multe conductoare în paralel în număr corespunzător)	$s_c = I_f/(aj)$; $d_1 = \sqrt{1{,}27\ s_c}$ (se ia d_1 normat cel mai apropiat, verificîndu-se încadrarea în j admis)
— d_2 — diametrul conductorului izolat	din catalogul produsului
— verificarea umplerii crestăturii	$k_u = N_{scr}d_2^2/S_{cr} = 0{,}5 \div 0{,}7$

$2p$	2	4	6	8	10	12
$\varepsilon \cdot 10^{-3}$	32	40	48	56	65	72

Calculul greutății înfășurării:

— lungimea părții frontale la bobine egale, m:	$l_{fr} = KT + L$ unde:
• lățimea medie a bobinei	$T = \pi(D_i + h_{cr})/y/Z$
• $L = 0{,}03$ m; K — v. tabel; (valorile sînt pentru 2 straturi; la 2, +15%)	see table below

$2p$	1	4	6	8
K	1,30	1,35	1,45	1,55

— lungimea părții frontale la bobine concentrice, m	$l_{fr} = 1{,}4 + (0{,}02...0{,}05)$
—lungimea totală medie a spirei, m	$L_s = 2(L_{Fe} + l_{fr})$
— masa totală a înfășurării, kg unde:	$M = 3N_{sf}aL_s$
— γ — masa specifică, kg/m	se ia din catalog
— rezistența electrică, Ω/fază unde:	$R = N_{sf}L_s r/a$
— r — rezistența specifică, Ω/m	se ia din catalog
Puterea electrică după rebobinare:	
— curentul pe fază admis, A	$I_f = s_c ja$
— puterea aparentă, kVA	$S = 3U_f I_f \cdot 10^{-3}$
— puterea utilă, kW	$P = S\eta_n \cos\varphi_n$
— pătura de curent, A/m	$A = 60\, N_{sf} I_f/(2pa)$

Cazul modificării caracteristicilor vechi (mărimile noi se notează cu '). *Rebobinarea pentru altă tensiune:*

— numărul de spire pe bobină	$N'_{sb} = N_{sb}U'_f/U_f$
— numărul de spire pe fază	$N'_{sf} = N_b N'_{sb}$
— numărul de spire pe crestătură	$N'_{scr} = 6\,N'_{sf}a/Z$
— secțiunea conductorului, mm²	$s'_c = s_c U_f/U'_f$
— diametrele conductorului, mm	$d_1 = \sqrt{1{,}27 s'_c}$; d_2 — v. sus
— verificarea umplerii crestăturii	$k'_u = N'_{scr}d'^2_2/S_{cr}$

Rebobinarea pentru altă turație:

— numărul de bobine pe fază corespunzător noului număr de poli $2p'$

$2p'$	2	4	6	8	10
N_{bf}	1	2	3	4	5

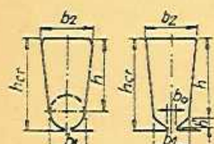
— numărul de crestături pe pol și fază	$q' = Z/6p'$
— pentru mărirea turației:	
• se mențin N_{sf} și s_c	v. mai sus
• se verifică inducția în miez	$B_{Fe} = B_\delta D_i/(1{,}8\,ph_j) \leqslant \leqslant 1{,}35 ... 1{,}4$
— pentru micșorarea turației:	
• numărul de spire pe fază	$N'_{sf} = N_{sf}n/n'$
• secțiunea conductorului	$s'_c = s_c n'/n$

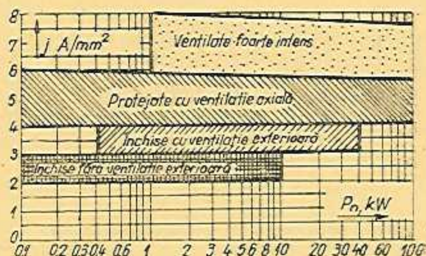
Notă. 1. Cînd se dispune de fișa tehnică cu datele bobinajului, se face numai verificarea numărului de spire în crestătură, admițîndu-se o diferență de $\pm 5\%$.

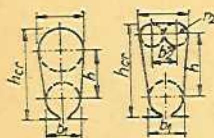
2. Numărul de căi de curent în paralel: pentru înfășurările într-un strat obișnuit $a = 1$; pentru cele în două straturi se alege cît este necesar pentru obținerea celor mai favorabile valori ale inducției în întrefier, dinți și jug și astfel ca N_{sf} să se împartă exact la N_b.

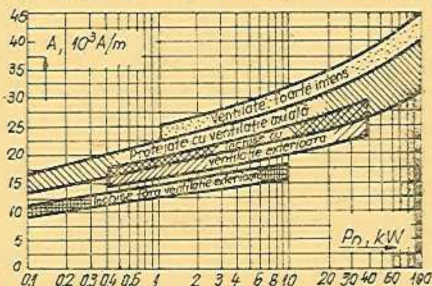
3. Pentru puteri pînă la 8 kW inclusiv obișnuit se alege înfășurarea într-un strat cu bobine egale; peste 8 kW, în 2 straturi.

4. Față de valorile reale, B determinat are valori mai mici pentru $p = 1$ și mai mari pentru $p = 4 \ldots 8$.

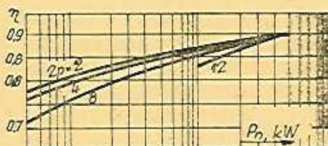


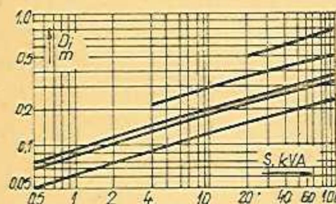












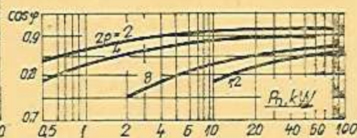


Fig. 7.12. Date ajutătoare pentru calculul rebobinării motoarelor asincrone trifazate.

Exemplul de calcul 7.1. Calculul bobinajului unui motor asincron trifazat în colivie cu următoarele date pe plăcuța de fabricație: $P_n = 10$ kW, $U = 220/380$ V, $n_n = 1450$ rot/min, conexiune Y (restul datelor sînt ilizibile). Se măsoară: $D_i = 0,175$ m, $L_{Fe} = 0,145$ m, $Z = 36$, crestătură ovală cu $b_1 = 8,7$ mm, $b_2 = 11,1$ mm, $h = 13,5$ mm, $h_{cr} = 23,9$ mm.

Calcule sau determinări prealabile:

$p \approx 60 \cdot 50/1450 = 2,06 \rightarrow p = 2$; $\cos\varphi_n = 0,88$; $\eta_n = 0,89$;

$S = 10/(0,88 \cdot 0,89) = 12,76$ kVA; $I_f = 12,76 \cdot 10^3/(3.220) = 19,33$ A

Calculul numărului de spire:

$A = 25\,000$ A/m; $a = 2$; $N_{bf} = 36/3.2 = 6$ bobine/fază;

$N_{sf} = 3,14 \cdot 0,175 \cdot 25000/(6.19,33) = 118$ spire/fază;

$N_{sb} = 118/6 = 19,67$; se iau $N_{sb} = 20$ spire/bobină;

$N_{sef} = 6 \cdot 20 = 120$ spire/fază; $N_{cr} = 6 \cdot 120 \cdot 2/36 = 40$ spire/crestătură

$q = 36/(6 \cdot 2) = 3$ cr/pol și fază; $y = 2,4 \cdot 3 = 7 \rightarrow$ (cr. 1—8);

$B = 0,615$ T; $\alpha = 0,715$; $\varepsilon = 0,04$;

$\Phi = 220\ (1 - 0,04)/(4.50.120) = 0,00874$ Wb;

$\tau = 3,14 \cdot 0,175/(2 \cdot 2) = 0,137$ m;

$L_{Fe} = 0,00874/(0,715 \cdot 0,615 \cdot 0,137) = 0,145$ m;

$j = 5,8$ A/mm²; $s_c = 19,33/(2 \cdot 5,8) = 1,67$ mm²;

$d_1 = \sqrt{1,27 \cdot 1,67} = 1,46$; se iau Cu EB — 1,45 mm; $d_2 = 1,65$ mm;

$S_{cr} = 3,14\ (8,7^2 + 11,1^2)/8 + 15,3(8,7 + 11,1)/2 = 211,72$ mm²;

$k_u = 40 \cdot 1,67^2/211,72 = 0,53$ (se verifică).

Greutatea înfășurării:

$T = 3,14(0,145 + 0,024)\ 7/36 = 0,103$ m; $K = 1,3$; $L = 0,03$ m;

$L_s = 2(0,145 + 1,3 \cdot 0,103 + 0,03) = 0,618$ m;

$M = 3 \cdot 120 \cdot 2 \cdot 0,618 \cdot 0,0149 = 6,63$ kg.

Rezistența electrică a înfășurării pe fază (la 70°C):

$R = 120 \cdot 0,618,12,9 \cdot 10^3/2 = 0,479\ \Omega$/fază.

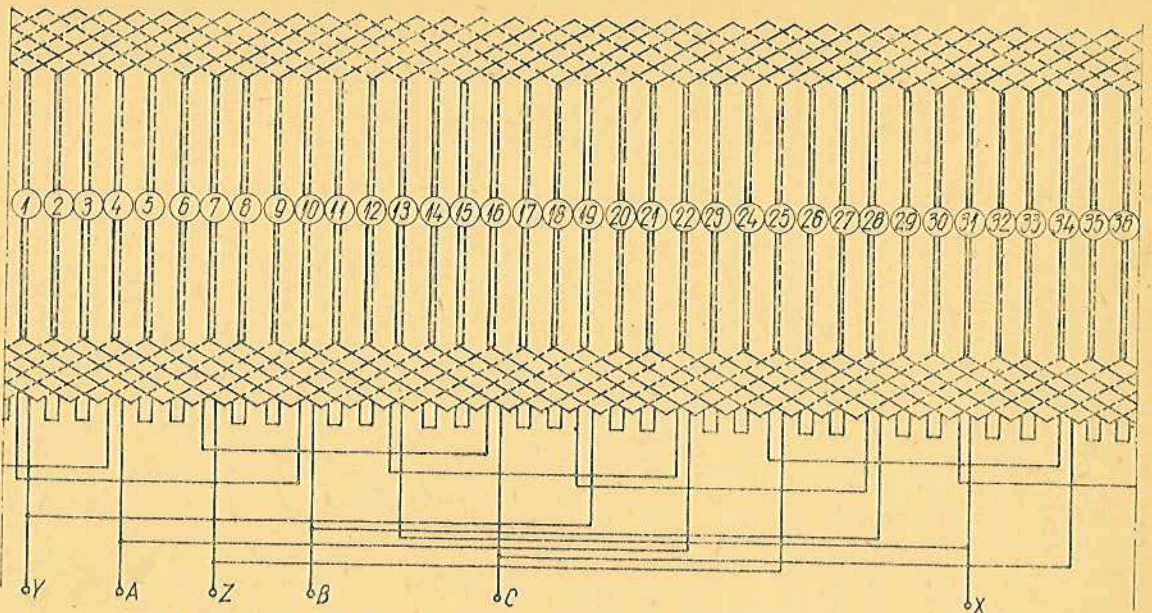


Fig. 7.13. Schema înfășurării unui motor asincron trifazat (exemplul de calcul 7.1).

Denumirea încercării	Indicații asupra conținutului
1	2
Verificarea tehnică generală	Asamblare corectă, strîngerea șuruburilor și piulițelor, rotirea liberă a rotorului, existența bornei de legare la pămînt, ungerea lagărelor, marcarea capetelor înfășurărilor, mărimea și simetria întrefierului.
Măsurarea rezistenței izolației înfășurării statorice împreună cu a cablului de alimentare	V. fig. 7.1.4. *a, b*. Direct, cu megohmmetrul de 1 000 sau 2 500 V. Valoarea rezistenței de izolație nu se normează.
Măsurarea rezistenței înfășurărilor în curent continuu	V. fig. 7.14, *d*. Relația de calcul $R_x = Ur_v/(Ir_v - U)$ [Ω]. Valorile obținute nu trebuie să depășească cu +2% datele de fabricație.
Încercarea înfășurărilor statoarelor (cu tensiune alternativă mărită, aplicată timp de 1 min)	V. fig. 7.14, *h*. Tensiuni de încercare: — pentru $P_n \leqslant 1$ kW sau $U_n \leqslant 24$ V, $U_{înc} = 0{,}75\ (2U + 500)$ [V]; — pentru motoare macara de c.c., $U_{înc} = 0{,}75\ (3U + 1\,000)$ [V]; — pentru rest motoare, $U_{înc} = 0{,}75\ (2U + 1\,000)$ [V]
Încercarea înfășurărilor rotoarelor sau reostatelor	Se aplică 1 min o tensiune alternativă de valoarea: $U_{înc} = 1{,}5\ U_n$, dar minim 1 000 V.
Măsurarea vibrațiilor (cu vibrometru)	Se face cu mașina funcționînd în gol cu motor, în montaj elastic sau rigid (v. STAS 7536-80), măsurînd în diferite puncte valoarea efectivă a vitezei de vibrație V_{ef} și întocmind schița cu punctele de măsurare și tabelul sau diagrama măsurătorilor. ΔV_{ef} în 5 s nu trebuie să depășească 0,2 mm/s.
Proba de mers în gol	Se determină prin măsurători sau calcul $I_0 = f(U_0)$; $P_0 = kI_0^2r$; $\cos\varphi_0 = P_0/kU_0I_0$, conectînd motorul la rețea în gol și variind tensiunea de la U_n la $1{,}3U_n$. Valorile obținute se compară cu cele nominale

1	2
Verificarea încălzirii	Se încarcă mașina în regim nominal și se determină supratemperatura înfășurărilor și altor părți, după caz prin metodele STAS 9904/4-84: variația rezistenței înfășurărilor cu temperatura, utilizarea indicatoarelor interne de temperatură la înfășurări și fier, utilizarea termometrelor (termocupluri, termorezistențe, termometre cu mercur) pe puncte accesibile. Valorile măsurate trebuie să fie sub limitele STAS 1893-78.
Verificarea fixării axei neutre a portperiilor	V. fig. 7.14, *c*. Se așază portperiile pe locul presupus, se închide întreruptorul circuitului de excitație și apoi se deconectează, observîndu-se deviația mV. Se rotește convenabil suportul portperiilor pînă se obține o deviație a mV de sens contrar (prin manevra întreruptorului). Se repetă operația pînă se găsește poziția pentru care deviația mV este nulă.
Încercarea la supraturație pentru verificarea rezistenței mecanice la forțele centrifuge a părților mecanice rotitoare (după încercarea izolației)	Se efectuează la o turație mărită cu 10% față de turația nominală sau maximă, pentru mașinile cu mai multe turații. Metode: — mărirea frecvenței tensiunii de alimentare (v. fig. 7.14, *i*); — folosirea unui sistem de pinioane amplificatoare de turație.
Determinarea randamentului	Se determină puterea utilă la arborele motorului cu relația $P_2 = 1{,}027\, Mn/1000$ [kW], unde $M = Gl$ este cuplul util determinat prin metoda frînei (G fiind greutatea care echilibrează brațul frînei, în daN; l, lungimea brațului, în m), iar n este turația mașinii în rot/min, măsurată direct (de exemplu cu un tahometru). Se determină puterea absorbită P_1 în kW, după caz și posibilități, printr-una din schemele 7.19 *e*, *f*, *g*. Randamentul va fi: $\eta = 100 P_2/P_1$ [%].

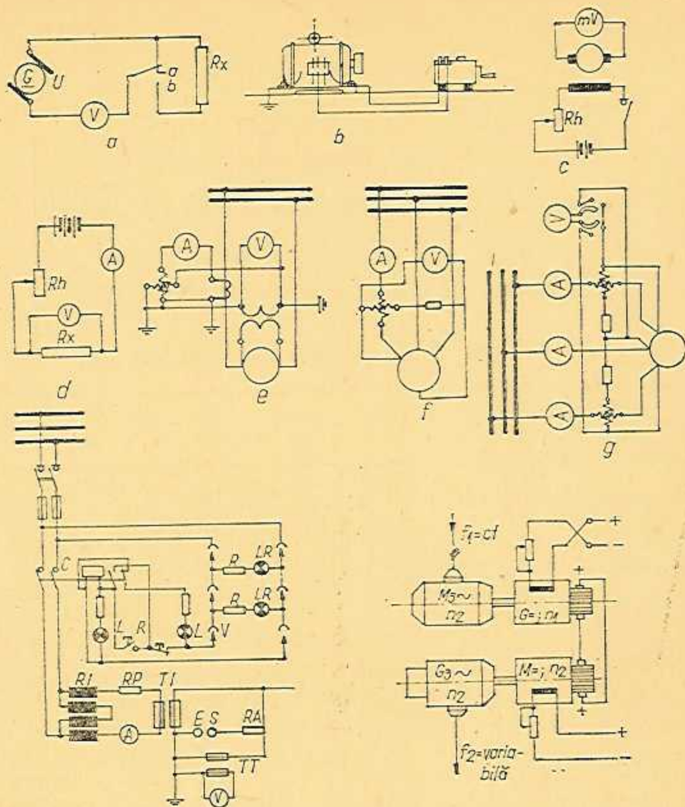


Fig. 7.14. Scheme electrice pentru încercările mașinilor și aparatelor electrice (se citesc cu § 7.8.4).

8. ECHIPAMENTE ELECTRICE PREFABRICATE

8.1. Tablouri de distribuție de joasă tensiune

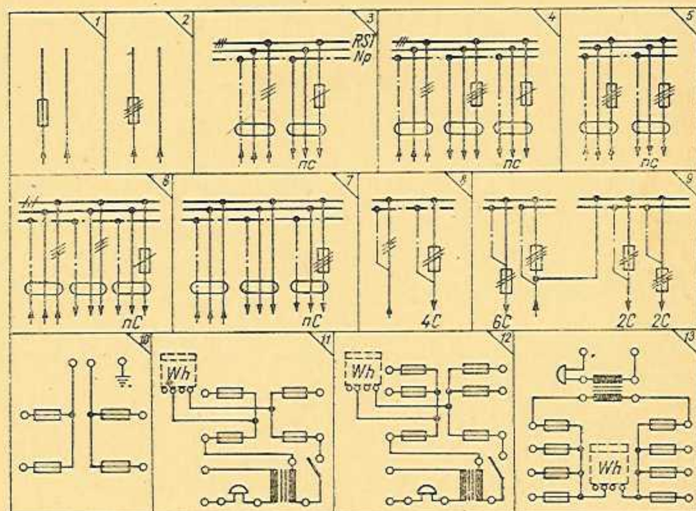
8.1.1. *Tablouri de distribuție pe plăci izolante*

Denumirea, tipul, simbolizarea		Schema	Gabarit $a \times b \times c$ mm	Circuitele siguranță
Firidă secundară pe placă de lemn ISART-43 pentru branșament, model:	1–1 m	6.1, *a*/1	200×150×200	1×1LF25
	1–1 t	6.1, *a*/2	200×150×200	1×3LF25
	2–3mm	6.1, *a*/3	300×200	3×1LF25
	3–8 m	6.1, *a*/3	400×300×200	8×1LF25
	4–3 m	6.1, *a*/4	600×400×200	1×3LF63+ 3×1LF25
	4–3 t	6.1, *a*/5	600×400×200	1×3LF63+ 3×3LF25
	5–8 m	6.1, *a*/6	600×600×200	8×1LF25
	6–8 t	6.1, *a*/7	600×600×200	8×3LF25
Tablou pe placă de marmură IPCT-44/101 pentru blocuri:	P+3;4	6.1, *a*/8	300×400×270	4×2LS25 1×3LS25
	P+9÷÷11	6.1, *a*/9	450×600×270	2×3LS63 8×2LS25

8.1.2. *Tablouri de distribuție pe plăci sau cadre metalice*

8.1.2.1. Tablouri de apartament

Codul	Echiparea	Protecția	Gabaritul, mm
1	2	3	4
0800	1(3×F25)+2(2×F25)	IP20	226×215×196
0801	1(3×F25)+3(2×F25)	IP20	226×103×215
0802	1(3×F25)+4(2×F25)	IP20	226×103×215



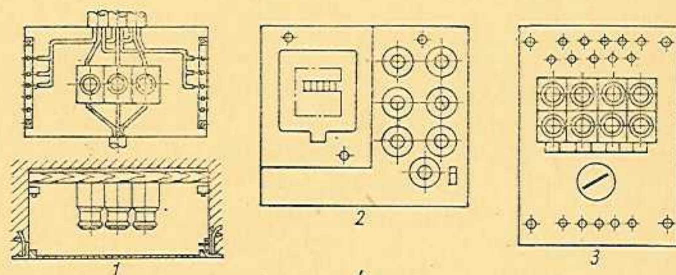


Fig. 8.1. Tablouri de distribuție de branșament și de apartament: *a* — scheme electrice (v. §§ 8.1.1. și 8.1.2); *b* — exemple de construcție și echipare (*7* — tip 2—3m, *2* — tip 3c—1884, *3* — tip P + 3...4).

1	2	2	4
0803	Suport contor CA43S	—	340×145×385
0805	1(3×F25)+2(2×F25)	IP20	226×215×124
0806	1(3×F25)+3(3×F25)	IP20	226×215×124
1871	2×F25+P	IP20	141×125×83
1883	2×F25+P	IP20	245×280×110÷135
1884	3×F25+P	IP20	245×280×110÷135
1887	4×F25+P	IP20	274×274×110÷135
08031	Suport contor universal		340×175×385

Notă. 1. Se produc de I. ELECTROCONTACT Botoșani. Exemple de echipare în fig. 8.1.

2. În col. 2: F25 — siguranță fuzibilă 25 A; P — contor de monofazat de energie activă.

8.1.2.2. Tablouri de distribuție deschise

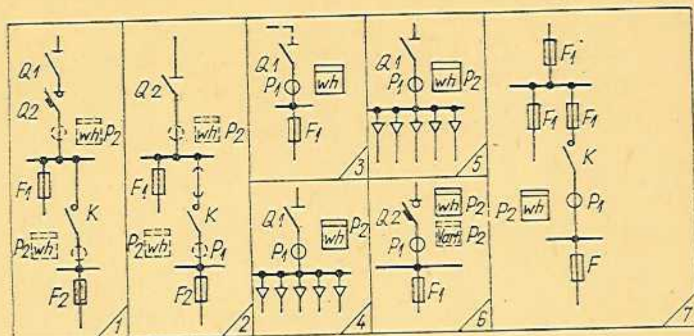
Simbolul	Fig. 8.2, *a*	Plecări	Simbolul	Fig. 8.2, *a*	Plecări
TDRI-1-250, 400, 630	1	4+4	TDRm-250, 400, 630	3	4
TDRI-2-250, 400, 630	1	8+4	TDS-250, 400, 630	4	5
TDRIm-1-250, 400, 630	1	4+4	TDSm-250, 400, 630	4	5
TDRIm-2-250, 400, 630	1	8+4	TDI-250, 400, 630	5	5
TDAS-250, 400, 630	2	5+4	TDIm-250, 400, 630	5	5
TDASm-250, 400, 630	2	5+4	DJTA-1000	6	7
TDR-250, 400, 630	3	4	DJTR-315÷630	7	—

Notă: 1. Simbolizare: T — tablou; D — distribuție; R, A — de rețea, abonat; I — cu întreruptor automat; S — cu separator; m — cu măsura energiei; JT — joasă tensiune; 1, 2 — numărul de cîmpuri (compartimente); 250, 400, 315, 630, 1000 — curentul nominal, în A.

2. Echipare și dimensiuni de gabarit, fig. 8.2. Grad protecție IP20.

3. Utilizare: în încăperi de producție electrică (cu acces numai pentru personal calificat corespunzător).

4. Producător I.C.M.P. București. Documentația tehnică NI E117-75.



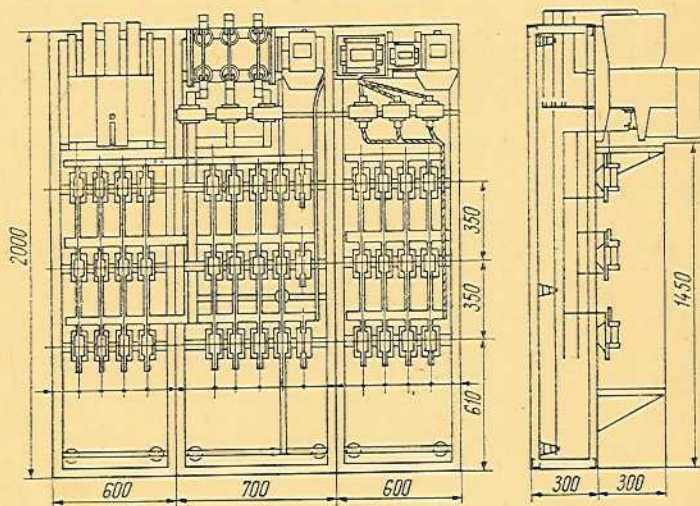


Fig. 8.2. Tablouri de distribuție deschise tip ICMP:

a — scheme electrice (v. § 8.1.2.1); *b* — exemple de construcție și echipare; *S1* — STI 1 kV; *S2* — OROMAX sau USOL; *F1*, *F2* — MPR; *F3* — LFI 100; *P1* — CIS 0,5; *P2* — CA43; *P3* — CR43; *K* — contactor.

8.1.2.3. Tablouri de distribuție STELBLOC

Stelaj	Tipul	I		II		III		IV		V
	$a \times b$ mm	440 × 1980		640 × 1980		840 × 1980		1040 × 1980		1240 × 1980
Plăci funcționale	Tip	A	B	C	E	F	H	I	J	K
	$a \times b$ mm	200 × 250	400 × 500	400 × 750	600 × 500	600 750	1000 × 500	1000 × 750	1000 × 1000	1000 × 1000
Cutie bare $a \times b \times c$, mm		400 × 200 × 410		640 × 200 × 410		840 × 200 × 410		1040 × 200 × 410		1240 × 200 × 410

Tipul/schemă placă	Aparatele electrice din compunerea unităților funcționale (se citește cu fig. 8.3, *a*)
1/8.3,a1/A	F1-LF25+F2L-Fm25+F3TSA10+K1-TCA10+ +H1-LS Q1, Q1-BF6
2/8.3,a1/B	F1-LF25÷63(LFi100)+F3-TSA32+K1-TCA32 + rest 1
3/8.3,a1/C	F1-MPR315+F3-TSA63 (TSAW400) + + K1-TCA40÷125 + rest tip 1
4/8.3,a1/C	F1-MPR630 + F3-TSAW400 + K1-TCA125÷ 200 + rest tip 1
5/8.3,a2/A	F1-LF25÷63 + S1-P3-25;63
6/8.3,a2/B	F1-LFi100 + S1-P3-100
7/8.3,a2/F	F1-MPR315 + S1-IP3-200÷400
8/8.3,a2/F	F1-MPR630 + S1-IP3-630÷1000
9/8.3,a3/E	S1-IP3-350÷600
10/8.3,a4/H+I	S1-USOL250÷800 + P1-CIO,5 + P2-V + + P3-CV + P4-A+ P5-Wh + H1, H2-LS+ + Q1, Q2-BF6
11/8.3,a4/H+J	S1-OROMAX1000 + rest tip 10
12/8.3,a5/J	S1-USOL500÷800 + S2-S400 + H1,H2-LS + + Q1,Q2-BF6
13/8.3,a5/K	S1-OROMAX1000+S2-S630÷1000 + rest tip 12

Notă. Pentru construcție și echipare, fig. 8.3 și 8.4.

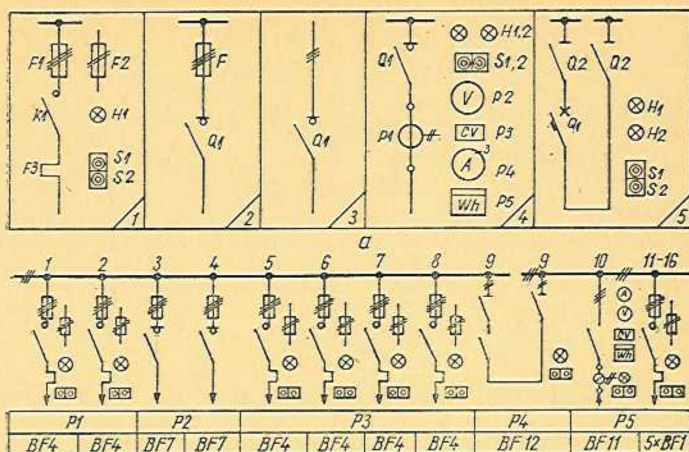


Fig. 8.3. Schemele electrice pentru tablourile STELBLOC:
a — blocuri funcționare (se citește cu § 8.1.2.3); *b* — schema electrică a tabloului de distribuție din fig. 8.4.

8.1.3. *Tablouri de distribuție debroșabile*

Construcție: tablouri închise din panouri modulate pe compartimente sau un singur cîmp (pentru sosiri sau plecări peste 400 A) sau pe sertare debroșabile (pentru plecări pînă la 400 A): bare generale — sus, bare de distribuție—coboară pe spatele panoului, intrări și ieșiri — pe jos; fiecare panou are bară de legare la pămînt.

Utilizare: tablouri de distribuție în încăperi separate sau comune, la —15 ... +30°C, umiditate peste 30% la 30°C, fără corosivitate sau pericol de explozie.

Tipuri de construcție și echipare

Bloc funcțional	Aparatele electrice din compunerea unităților funcționale (se citește cu fig. 8.5)	
1	2	
Sertar tip A (mobil) variante:	F1-LF25 + K1-TCA10+ + F2-TAS10 F1-LF25;63+K1-TCA32 + + F2-TSA32	Circuite secundare: F3-LFm25 +Q1, Q2-BF6+ H1,H2-LS +

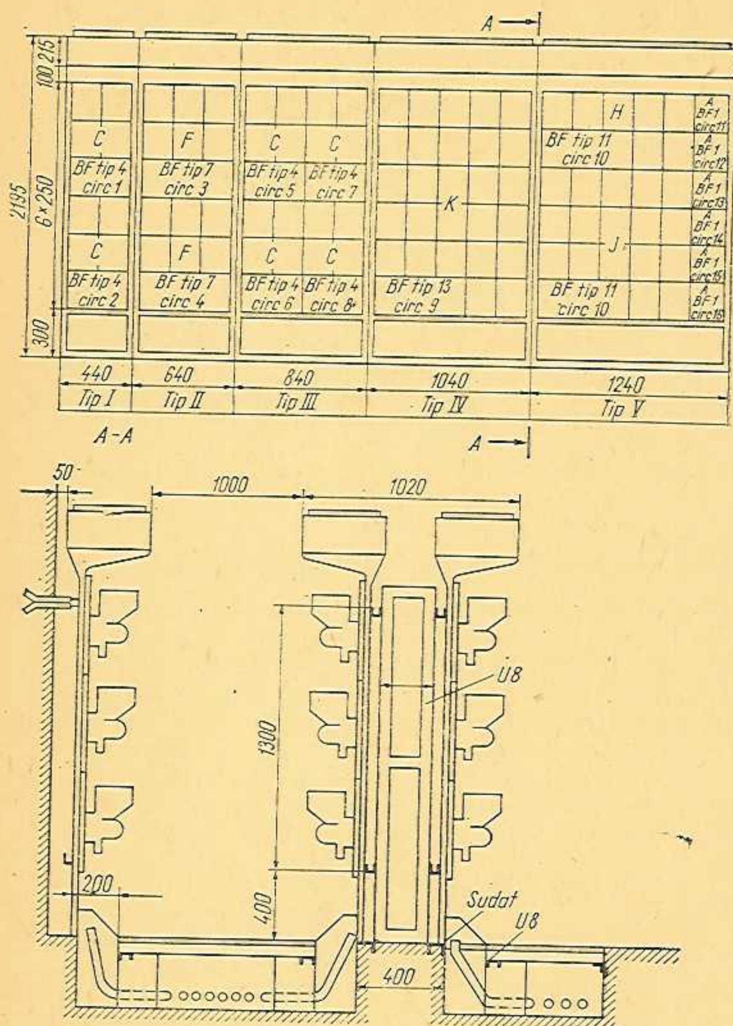


Fig. 8.4. Exemplu de echipare a unui tablou tip STELBLOC (v. schema în fig. 8.3, *b*).

1	2	
Sertar tip B (2 module) variante:	F1-MPR315+K1-TCA32 + + F2-TSA32 F1-MPR315 + K1-TCA32÷125 + F2-TSA63(TSAW400) F1-MPR315+K1TCA125; 2000 + F2-TSAW400	+ Q3-microîntreruptor ușă
Compartiment C, panou D	După caz: USOL, OROMAX, IP3, 3CIS-0,5, 3LFm25, ampermetre, voltmetru cu comutator (v. fig. 8.5)	

8.1.4. *Tablouri de distribuție în panouri*

Construcție: sînt tablouri deschise IP00, IP10, din una sau mai multe celule tip panou, cu acces prin față sau spate; manevrele și citirile, normal prin față.

Utilizare: de regulă ca tablouri generale de distribuție în încăperi de categoria EE.

Variante de construcție și echipare — în tabelul de mai jos și fig. 8.6, 8.7 (schemele sînt date ca exemplu, nefiind exclusive):

H, mm *A*, mm	Variante pentru *L*, mm						Variante pentru *L*, mm					
	450	600	800	900	1000	1100	450	600	800	900	1000	1100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2300	*Tip P003* — IP00						**2300** *Tip PO21* — IP00					
450	—	×	×	×	×	—	—	×	×	×	×	—
600	—	×	×	×	×	×	—	×	×	×	×	×
700	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
800	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
900	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
1000	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
2300	*Tip P022* — IP00						**2300** *Tip PO23* — IP00					
450	—	—	×	×	×	—	—	×	×	×	×	×
600	—	—	×	×	×	×	—	×	×	×	×	×
700	—	—	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
800	—	—	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
900	—	—	×	×	×	×	×	×	×	×	×	—
1000	—	—	×	×	×	×	×	×	×	×	×	—

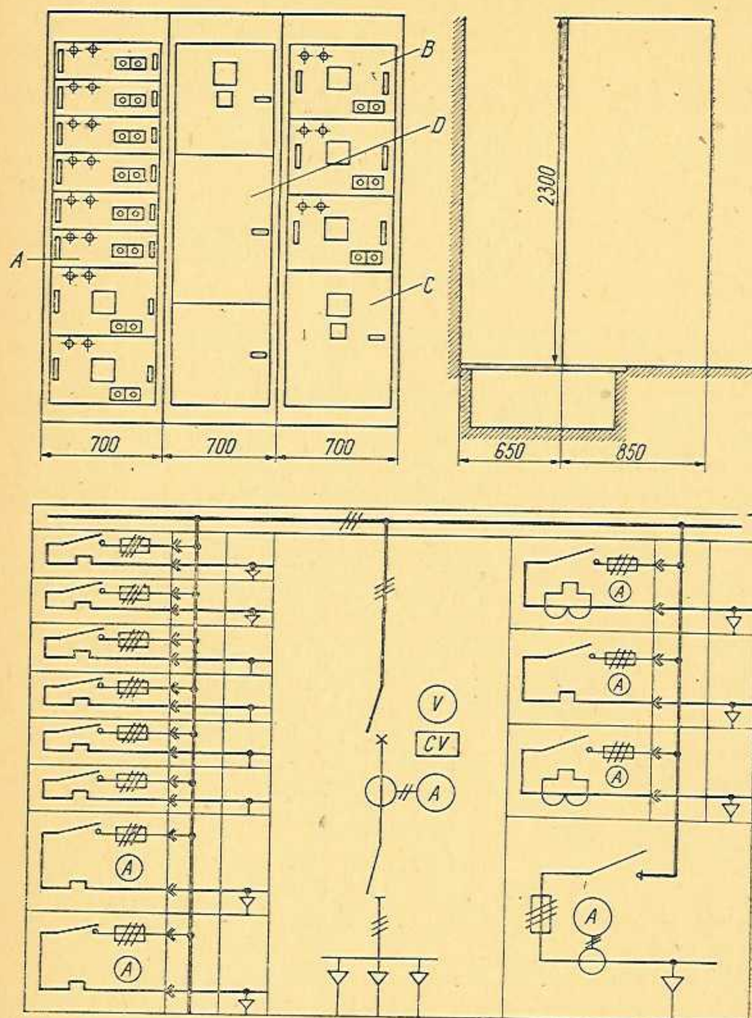


Fig. 8.5. Exemplu de echipare a unui tablou debroșabil din 3 panouri:
a – construcție; *b* – schema electrică simplificată (simbolizarea: § 1.7.1 și 1.7.2).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2300	*Tip PO24* – IP00						2300	*Tip PO25* – IP00				
450	—	×	×	×	×	—	—	×	×	×	×	—
600	—	×	×	×	×	×	—	×	×	×	×	×
700	—	×	×	×	×	×	—	×	×	×	×	×
800	—	×	×	×	×	×	—	×	×	×	×	×
900	—	×	×	×	×	×	—	×	×	×	×	×
1000	—	×	×	×	×	×	—	×	×	×	×	×

Notă. Tipizare I.I.S. Automatica. Se construiesc pentru montaj în grup (de capete şi intermediare) şi singulare. Se echipează conform schemei beneficiarului.

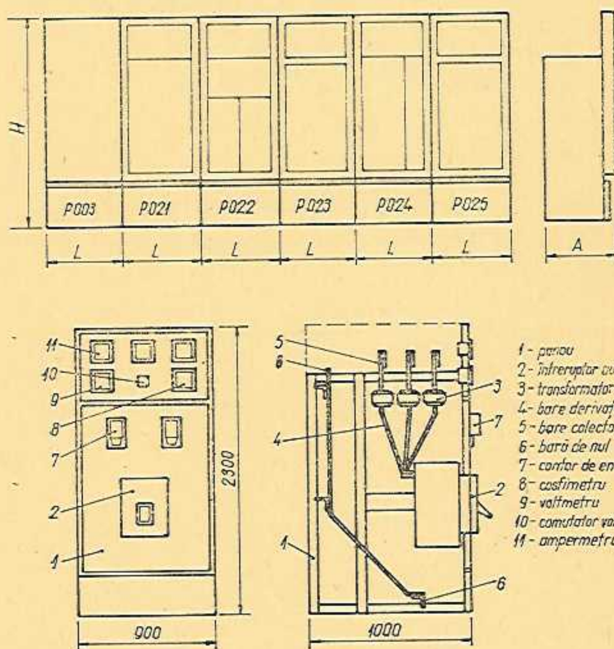


Fig. 8.6. Panouri pentru tablouri electrice I.I.S. Automatica:
a — tipuri uzuale; *b* — exemplu de echipare.

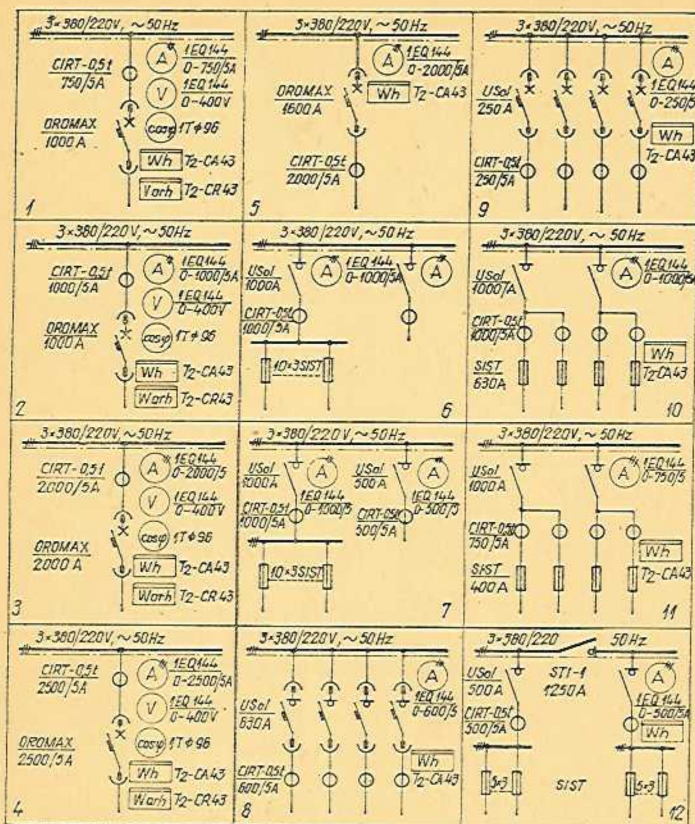


Fig. 8.7. Exemple de scheme pentru echiparea panourilor și dulapurilor tablourilor de distribuție.

8.1.5. *Tablouri de distribuție în dulapuri*

Construcție: tablouri închise IP30 ... IP54 dintr-unul sau mai multe dulapuri metalice cu acces de regulă prin față.

Utilizare: tablouri de distribuție de toate categoriile montate în încăperi comune cu alte destinații, cu mediu normal.

Variante de construcție și echipare, în tabelul de mai jos și în fig. 8.7 și 8.8 (aceeași observație pentru schemele date):

H, mm *A*, mm	Variante pentru *L*, mm					
	500	600	700	800	900	1000
1	2	3	4	5	6	7
2000	*D009* – IP30					
400	–	×	×	×	×	×
500	–	×	×	×	×	×
600	–	×	×	×	×	×
700	×	×	×	×	×	×
800	×	×	×	×	×	×
900	×	–	–	×	×	×
1000	×	–	–	×	×	×
1200	–	–	–	×	×	×
2300	*D010* – IP30					
400	–	×	–	×	×	–
500	–	×	–	×	×	×
600	–	×	×	×	×	×
700	×	×	×	×	×	×
800	×	×	×	×	×	×
900	×	×	–	×	×	×
1000	×	×	–	×	×	×
1100(×); 1500(0)	*D016* – IP42					
300	×	×	×	–	–	–
350	–	–	–	–	–	×
450	×	×	×	–	–	–

H, mm *A*, mm	Variante pentru *L*, mm						
	450	500	600	700	800	900	1000
8	9	10	11	12	13	14	15
2000(×); 2300 (0)	*D021* – IP30						
500	–	–	×0	×0	×0	×0	×0
600	×0	–	×0	×0	×0	×0	×0
700	×0	–	×0	×0	×0	×0	×0
800	×0	–	–	–	×0	×0	×0
900	×0	–	×0	×0	×0	×0	×0
1000	×0	–	–	–	–	–	×0
1200	–	–	–	0	×0	×0	×0
200 (×); 2300 (0)	*D022* – IP41						
400	–	–	×0	–	×0	–	×0
500	–	–	–	×0	×0	×0	–
600	–	–	×0	×0	×0	×0	×0
700	–	–	×0	×0	×0	×0	×0
800	×0	–	×0	–	×0	×0	×0
900	×0	–	–	–	–	×0	×0
1000	×0	–	×0	–	×0	–	×0
2000	D037, *D038*, *D039*, *D040*						
600	–	–	×	–	×	×	×
800	–	–	×	–	×	×	×
900	–	–	×	–	×	×	×

1	2	3	4	5	6	7
2000	*D200* – IP30					
700	×	×	×	×	×	×
800	×	×	×	×	×	×
900	×	—	—	×	×	×
1000	×	—	—	×	×	×
180 (×); 2000 (0) *D019* – IP42						
450	—	0×	—	0×	—	—
600	—	0×	—	0×	—	—

8	9	10	11	12	13	14	15
2000 (×); 2300 (0) *D042* – IP54							
400	—	—	0	—	0	—	0
500	—	—	×	—	×	—	—
600	—	—	×0	—	×0	×	×
700	—	—	0	—	0	—	O
800	—	—	—	—	×	×	×
900	—	—	—	—	—	×	×
1000	—	—	0	—	0	—	0
2300	*DB* – IP30						
800	—	—	—	—	×	—	—
900	—	—	—	—	×	—	×

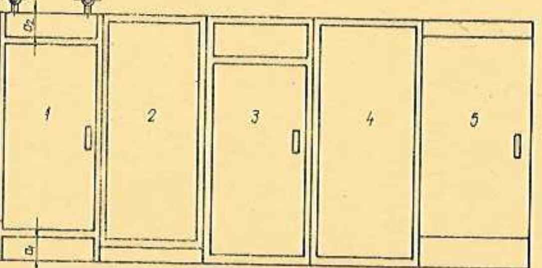


Fig. 8.8. Dulapuri metalice pentru tablouri de distribuție:

1 – D009, D010; *2* – D016; *3* – D020; *4* – D019, D021, D022, DN; *5* – D037, D038, D039, D040, D042.

Notă. Tipizare I.I.S. Automatica. Se construiesc în grup (de capete și intermediare) – D009, D010, D020, D039, D040 – și singulare – toate tipurile. Se echipează conform schemei beneficiarului.

Alte detalii: D009 – $a1 = a2 = 100$ mm, ușă față; D010 – $a1 = 300$ mm, $a2 = 100$ mm, ușă față; D016 – spate detașabil; D019 – cu copertină; D020 – – ușă față și spate; D021 – ușă față, față și spate, laterală; D022 – ușă față, ușă spate; D037, D039 – ușă spate; D038, D040 – ușă față și spate; D042 – ușă față, față și spate.

8.1.6. *Tablouri de distribuție capsulate*

8.1.6.1. Tablouri de distribuție tip EA, ICMA, TIAB

Tipuri și cote de gabarit

Construcția	Materialul	Tipul	Gabaritul $a \times b \times c$, mm
Tip ELECTROAPARATAJ — Întreprinderea — „Partizanul" — Gheorghieni	Tablă de oțel	B10	338×338×160
		B11	418×338×160
		B20	238×328×160
		B21	238×338×160
		I100	338×338×160
		I200	238×238×160
		S10	336×418×220
		S11	336×418×160
		S12	336×338×160
		S13	336×238×160
		S21	236×338×160
		S22	236×238×160
		S23	236×138×160
	Siluminiu	B10	336×336×166
		B20	236×236×136
		I100	250×340×104
		I200	170×280×104
		S10	336×436×210
		S11	336×436×166
		S12	336×336×266
		S13	336×236×166
		S22	256×256×136
		S21	256×356×166
		S23	256×156×136

Construcția	Materialul	Tipul	Gabaritul $a \times b \times c$, mm
Electroaparataj	Masă plastică	J5	270×134×170
		J9	270×270×170
		J18r	518×270×170
		J18s	518×270×210
		J18z	518×270×250
ICMA-București	Tablă de oțel	C2S	344×262×167
		C2S1	344×342×167
		C2S2	344×342×200
		C2S3	344×472×167
		C2S5	344×472×250
		C4S3	344×392×167
		C6S3	344×807×167
TIAB-București	Tablă de oțel	A	350×350×170
		B	350×350×170
		B1	350×350×250
		C	350×600×170
		C1	350×600×250
		D	300×200×170
		E	350×430×170
		Piesă de legătură	
		Piesă de capăt	

Notă: 1. Asamblare, conform exemplului din fig. 8.9.

2. Ferestre de trecere: cutiile de bare, 1 pe fiecare față laterală; cutiile de aparate, 1 pe fiecare față laterală superioară și inferioară; cutiile intermediare: 2 pe fața de spate.

Specificația	EA-Partizanul-Gheorghieni			ICMA	TIAB
	Tablă	Silumin	Masă plastică	Tablă	Tablă
1	2	3	4	5	6
Bare 200 A	B10;11; 20;21-01	B10;20- 01	J93-71 J18r-71	—	A
Bare 400 A	B10;11-02	B10-02	J95-72 J18r-72	C4S3 C6S3	A
Bare 630 A	B10-11-03	B10-03	J9r-73 J18r-73	—	A
1×2LFi25A	S22;23-01	S23-01	J5r-01	—	—
3×2LFi25A	S13;22-01	S13-01	J9r-01	C2S	—
4×2LFi25A	S11;12; 13;21-01	—	—	—	—
5×2LFi25A	—	—	—	—	B
6×2LFi25A	S11-01	S11-01	—	C2S1 C4S3	B
7×2LFi25A	—	—	—	C2S3	—
1×2LFi63A	S23-02	—	J5r-02	—	—
3×2LFi63A	S13;22-02	—	J9r-02	C2S	—
4×2LFi63A	S11;12; 13;21-02	—	—	C2S1 C4S3	—
5×2LFi63A	—	—	—	—	B
6×2LFi63A	—	—	—	C2S3	B
3×2LFi100A	—	—	—	—	B
1×3LFi25A	S22;23-01	S13;23-11	J5r-11	—	—
2×3LFi25A	S22-11	—	—	—	—
3×3LFi25A	S12;13; 21-11	—	J9r-11	C2S	—
4×3LFi25A	S11;12-11	S11;12-11	—	C2S1 C4S3	—
5×3LFi25A	—	—	—	—	B
6×3LFi25A	S11-11	S11-11	J18r-11	C2S3	—
1×3LFi63A	S22;23-12	S13;23-12	J5r-12	—	—
2×3LFi63A	S12;13; 21;22-12	—	—	C2S	—
3×3LFi63A	S12;21-12	—	J9r-12	C2S1 C4S3	B
4×3LFi63A	S11;12-12	S11-12	—	C2S3	
6×3LFi63A	—	—	J18r-13	—	—

1	2	3	4	5	6
1×3LF1i00A	S12;13;21--13	S12;13-13	J9r-13	C2S	–
2×3LFi100A	A11;12-13	S11;12-13	J18r-13	C2S3	B
1×3MPR315A	S11;12-18	S11;12-18	J9r-18	C2S3	–
2×3MPR315A	–	–	J18r-18	–	–
1×3MPR630A	S11-19	–	J18r-19	C2S5	–
(1+1)3LFi25+63A	S13;22-21	–	–	C2S	–
(1+2)3LFi25+63A	S21-21	–	J9r-21	–	–
(2+1)3LFi25+63A	S21-21	–	J9r-21	–	–
(1+3)3LFi25+63A	S12-21	–	–	C2S1 C4S3	–
(2+2)3LFi25+63A	S12-21	–	–	C2S1′ C4S3	–
(3+1)LFi25+63A	S12-21	–	–	–	–
(1+4)3LFi25+63A	S11-21	S11-21	–	C2S3	–
(2+3)LFi25+63A	S11-21	S11-21	–	C2S3	–
(3+2)2LFi25+63A	S11-21	S11-21	–	–	–
(4+1)3LFi25+63A	S11;12-21	S11-21	–	–	–
(1+5)3LFi25+63A	–	–	J18r-21	–	–
(2+4)3LFi25+63A	–	–	J18r-21	–	–
(3+3)3LFi25+63A	S12-21	–	J18r-21	–	–
(4+2)3LFi25+63A	–	–	J18r-21	–	–
(5+1)3LFi25+63A	–	–	J18r-21	–	–
(1+1)3LFi25+100A	S12-23	–	–	C2S1 C4S3	–
(1+2)3LFi25+100A	S11-23	S11-23	–	–	–
(2+1)3LFi25+100A	S12-23	–	–	–	–
(3+1)3LFi25+100A	S11-23	S11-23	–	C2S3	–
(1+1)3LFi63+100A	S12-22	S12-22	–	C2S1 C4S3	–
(1+2)3LFi3+100A	S11-22	S11-22	–	–	–
(2+1)3LFi63+100A	S11-22	S11-22	–	C2S3	–
(3+1)3LFi63+100A	–	–	J18r-22	–	–
Siguranțe auto- 6	–	–	J5r-03	–	–
mate mono- 9	–	–	–	–	B
polare 12	–	–	J9r-03	–	–
2×P2-10A	–	–	J5r-27	–	–
3;4×P2-10A	–	–	J9r-27	–	–
5×P2-10A	–	–	–	–	B

1	2	3	4	5	6
8×P2-10A	—	—	J18r-27	—	—
1×P2-25A	S13;22; 23-31	—	J5r-31	—	—
2×P2-25A	—	—	J5r-31	—	—
3×P2-25A	—	—	J9r-31	—	—
4×P2-25A	—	—	J9r-31	—	B
5×P2-25A	—	—	—	—	B
6×P2-25A	—	—	J18r-31	—	—
1×P2-63A	S13;22-32	—	J9r-32	—	—
3×P2-63A	—	—	J18r-32	—	—
5×P2-63A	—	—	—	—	B
2×P3-10A	—	—	J5r-28	—	—
3×P3-10A	—	—	J9r-28	C2S	—
4×P3-10A	—	—	J9r-28	—	—
5×P310A	—	—	—	—	B
6×P310A	—	—	—	C2S1 C4S3	—
8×P3-10A	—	—	J18r-28	—	—
1×P3-25A	S13;21; 22;23-33	S13-33	J5r-33	—	B
2×P3-25A	—	—	J5r-33	C2S	—
3×P3-25A	—	—	J9r-33	—	—
4×P3-25A	—	—	J9r-23	C2S1 C4S3	B
5×P3-25A	—	—	—	—	B
6×P3-25A	—	—	J18r-33	C2S3	—
1×P3-63A	S13;21; 22-34	S13-34	J9r-34	C2S	—
2×P3-63A	—	—	—	C2S1 C4S3	—
3×P3-63A	—	—	J18r-34	—	—
4×P3-63A	—	—	—	C2S3	—
5×P3-63A	—	—	—	—	B
(1+3)P3-10+25A	—	—	J9r-61	—	—
(2+2)P3-10+25A	—	—	J9r-61	—	—
(3+1)P3-10+25A	—	—	J9r-61	—	—
(2+2)P3-10+63A	—	—	J18r-65	—	—
(4+1)P3-10+63A	—	—	J18r-65	—	—
(2+2)P3-25+63A	—	—	J18r-63	—	—

1	2	3	4	5	6
IP3-200A	S11;12; 21-43	S11;12-43	—	C2S2	B1
IP3-400A	S10-44	S10-44	—	C2S2	C1
IP3-630A	S10-45	S10-45	—	C2S5	C1
IP3-100A	—	—	—	C2S	B1
(2+2)P2-10+2LFi25	—	—	—	C2S	—
(2+3)P2-10+2LFi25	—	—	—	C2S1	—
(3+3)P2-10+2LFi25	S21-30	S21-30	—	C4S3	—
(4+4)P2-10+2LFi25	S11;12-20	—	J18r-29	—	—
(4+5)P2-10+2LFi25	—	—	—	C2S3	—
(1+2)P2-25+2LFi25	—	—	—	C2S	—
(2+2)P2-25+2LFi25	S11;12-35	S11-35	J9r-35	—	—
(2+3)P2-25+2LFi25	—	—	—	C2S1 C2S3	—
(2+6)P2-25+2LFi25	—	—	—	C2S3	—
(1+1)P2-25+2LFi25	S12;13; 21;22-35	S12-35	—	—	—
(1+1)P2-63+2LFi63	S12;13;21; 23-36	—	J9r-26	C2S1 C4S3	—
(2+2)P2-63+2LFi63	S11;12-36	—	—	—	—
(2+3)P2-63+2LFi63	—	—	—	C2S3	—
(1+1)P3-10+3FLi25	—	—	—	C2S	—
(3+3)P3-10+3LFi25	S11;12-29	—	J18r-30	—	—
(3+4)P3-10+3LFi25	—	—	—	C2S3	—
(2+2)P3-10+3LFi25	S21-29	—	—	C2S1; 3 C4S3	—
(1+1)P3-25+3LFi25	S12;13; 21;22-37	S12;21-37	—	C2S	B
(2+2)P3-25+3LFi25	S11;12-37	S11-37	—	C2S1 C4S3	—
(2+4)P3-25+3LFi25	—	—	—	C2S3	—
(1+1)P3-63+3LFi63	S12;13;21; 22-38	S12-38	J9r-25	C2S1 C4S3	B
(2+2)P3-63+3LFi63	S11-38	S11-38	—	—	—
(2+3)P3-63+3LFi63	—	—	—	C2S3	—
1 A sau 1 V	S12;13; 21;22-51	S13-51	J9r-51 J9r-53	C2S	—
2 A sau 2 V	S11-51	—	—	C2S3	—

1	2	3	4	6	6
3 A sau 3 V	—	—	J18r51	—	—
(1+1) A+V	S11-53	—	—	—	—
(1+1) V + CV	S11;12-58	S11-58	—	C2s1	—
(1+1+1) V+CV+A	—	—	J18r-59	—	—
A+CIS⩽600/5A	—	—	—	CsS1 C4S3	B
V+CV+3LFi25	—	—	—	idem	B
1×CIT-0,5t⩽200/5A	—	—	J9r-52.1	—	—
3×CIT-0,5t=200/5A	—	—	J9r-52.3	—	—
1×CIT-0,5=400/5A	—	—	J9r-52.2	—	—
3×CIT-0,5=400/5A	—	—	J9r-52.4	—	—
1×CIS=600/5A	—	—	—	C2S	—
2×CIS=600/5A	—	—	—	C2S1 C4S3	—
3×CIS=600/5A	—	—	—	C2S3	—
IP3-400;600+A+CIS	—	—	—	—	C1
2LFi25+T500 1+1	—	S10-14	—	—	—
VA-220/24 V 2+1	S10;11-24	—	J18r-41	—	B1
Idem + 1×P2-10A	S10;11-04	—	J18r-42	C2S2	C
2;4×TCA-10A	—	—	J9r-23	—	—
4;6×TCA-10A	—	—	J18r-23	—	—
2TCA-10+2TSA-10	—	—	J9r-77	—	—
4TCA-10+4TSA-10	—	—	J18r-77'	—	—
Conectoare, cleme şir (50-2,5;40-6;20-16)	—	—	J9r-55	—	D
8B+32 cleme +LS	—	—	J9r-80	—	—
AAR 10÷25 A	—	—	—	—	C
AAR 40÷63 A	—	—	—	— C1	B+C C1
AAR 100÷200 A	—	—	—	—	2B+ 2C1

Notă: Alcătuirea tablourilor din cutii, conform fig. 8.9.

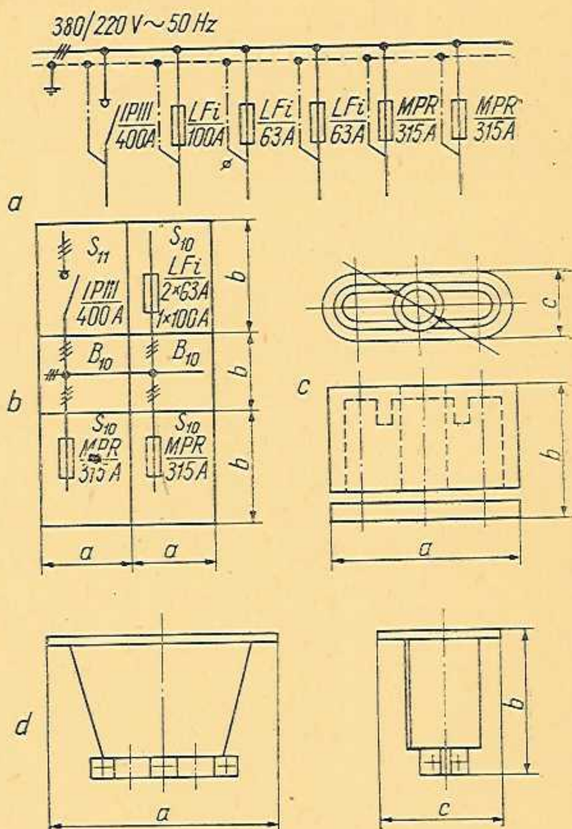


Fig. 8.9. Tablouri de distribuție capsulate:

a — schema electrică; *b* — compunerea tabloului corespunzător schemei *a* din cofrete tip EA; *c* — cutii terminale din masă plastică; *d* — idem, metalice.

8.1.6.2. Tablouri de distribuție ELECTROCONTACT — Botoșani

Conținut	Cofret	Conținut	Cofret
1	2	3	4
Cofrete cu aparate de măsură			
CITI-100/5÷600/5	T80;P80	CITO-100/5÷600/5	T80;P80
Ampermetru 1EQ72÷144	T40;P40	Voltmetru 1EQ 144	T40;P40
Idem + comutator	T80;P80	Idem + comutator	T80;P80
Voltmetru 1EQ + comutator voltmetric + 1×3LF25 A			T80;P80
Cofrete cu aparate de comutare			
Comutator C16÷C40(2;3)	T20;P20	Întreruptor USOL 100	T40;P40
Idem, C63-3, C100-3	T40;P40	Întreruptor USOL 250	T83;P81
Idem, C200-3	T83;P81	Întreruptor USOL 500	T83;P82
Întreruptor AMRO 16÷40	T40;P40	Comutator Y 32÷100	T43;P40
Contactor TCA 10÷32	T40;P40	Contactor TCA 63÷100	T43;P40
TCA10 + TSA 10	T20;P20	TCA 32+TSA 32	T43;P40
TCA 63 + TSA 63	T83;P81	Automate monopolare	T20;P20
Cofrete cu siguranță			
1;2×2LFi25;1×2LFi63	T20;P20	1×3LFi25;1×3LFi63	T20;P20
3;4×2LFi25;3×2LFi63	T40;P40	3×3LFi25;2×3LFi63	T40;P40
6×2LFi63;4;6×3LFi25	T80;P80	4×3LFi63	T80;P80
1×3LFi25+2×3LFi63	T40;P40	2×3LFi25+1×3LFi63	T40;P40
2×3LFi25+2×3LFi63	T80;P80	1×3LFi100	T40;P40
2×3LFi100	T80;P80	1×3LFi100++3×LFi25	T80;P80
1×3LFi100+3×3LFi63	T80;P80	1×3LFi25++3×3LFi63	T80;P80
4×3LFi25+2×3LFi63	T80;P80	5×3LFi25++1×3LFi63	T80;P80
1×3Sist00 (4÷100 A)	T40;P40	2×3Sist00 (4÷100 A)	T80;P80
1×3Sist0 (35÷160 A)	T40;P40	2×3Sist0(35÷100 A)	T80;P80
1×3Sist1 (35÷250 A)	T80;P80	1×3Sist2 (224÷400A)	T83;P81
1×3Sist4 (315÷630 A)	T83;P81		

1	2	3	4
Cofrete cu întreruptoare și siguranțe			
1×C16;25+1×2LF25	T20;P20	1×C25 + 1×3LF25	T40;P40
1×C16+1×3LF25	T20;P20	1×C63 + 1×3LF63	T40;P40
Cofrete cu transformatoare și siguranțe			
1×TMA 100 VA + +2×2LFi25	T40;P40	1×TMA 250 VA + +2×2LFi25	T83;P81
Idem + 1C16.2	T40;P40	Idem + C16.2	T83;P81
1×TMA 400 VA + +2×2LFi25	T83;P81	1×TMA 630 VA + +2×2LFi25	T83;P81
Idem + 1C16.2	T83;P81	Idem + 1C16.2	T83;P81
Cofrete cu bare		*Cofrete cu conectoare*	
Bare 200 A	T;P40;80	Conectoare 2,5÷6 mm²	T20;P20
Bare 400;630 A	T43;83; P40;81	Idem 16÷200 mm²	T40;T80
		Idem 400;630 mm²	T43;P40

Notă. 1. Caracteristici tehnice: $U_n = 500$ V; $I_n = 6 ... 630$ A; protecție mecanică *T*-IP43, *P*-IP33 (la cerere IP54), condiții de funcționare mediu A, B, C, D, E, temperatura $-15 ... +40$°C, altitudine maximă 2000 m.

2. Construcție: din tablă *T* sau masă plastică *P* în trei mărimi 2, 4, 8 cu dimensiuni de gabarit:

Tipul	$L \times l \times a$, mm	Tipul	$L \times l \times a$, mm	Tipul	$L \times l \times a$, mm
T20	163×270×170	T83	606×312×232	P80	556×270×170
T40	290×290×172	P20	134×270×170	P81	556×270×210
T43	280×280×232	P40	270×270×170	P82	556×270×255
T80	606×312×172				

3. La cerere cofretele pot fi echipate diferit, conform schemei beneficiarului, cu respectarea prescripțiilor tehnice de încărcare și distanțe de izolație; de asemenea, funcție de cerințele de asamblare a cofretelor în tablou, pentru aceleași aparate cofretele pot avea și alte mărimi.

8.1.6.3. Cutii terminale

Tip	Din:	$a \times b \times c$, mm	$n \times \varnothing$
ELECTROAPARATAJ			
T.11	Tablă oțel	220 × 246 × 86	1 × 68
T.12		220 × 246 × 86	2 × 54
T.13		220 × 246 × 86	3 × 50
T.14		220 × 246 × 86	4 × 34
T.16		220 × 246 × 113	6 × 28
T.21		220 × 146 × 86	1 × 48
T.22		220 × 146 × 86	2 × 38
T.24		220 × 146 × 100	4 × 28
T.11.1	Silu-miniu	300 × 250 × 130	1 × 68
T.11.2		300 × 250 × 130	2 × 68
T.12.1		200 × 250 × 130	1 × 68
T.12.2		300 × 250 × 130	2 × 48
T.13.1		300 × 250 × 130	1 × 48
T.13.2		220 × 250 × 130	2 × 30

Tip	Din:	$a \times b \times c$, mm	$n_c \times \varnothing$
T.14.1	Silu-miniu	220 × 250 × 130	1 × 30
T.16.1		220 × 250 × 120	1 × 30
T.21.2		220 × 170 × 100	2 × 46
T.21.1		220 × 170 × 100	1 × 49
T.23.1		220 × 170 × 100	1 × 30
T.24.1		220 × 170 × 100	1 × 26
—	Masă plastică	175 × 150 × 90	1 × 64
—		175 × 150 × 90	2 × 64
ICMA — București			
CT1	Tablă oțel	225 × 125 × 240	1 × 65
CT2		225 × 125 × 240	2 × 65
CT3		225 × 125 × 240	3 × 45
CT4		225 × 125 × 240	4 × 45
CT5		225 × 125 × 240	5 × 35

Notă: Se consultă fig. 8.9.

8.2. Celule prefabricate de medie tensiune

8.2.1. *Celule prefabricate pentru instalații de conexiuni*

8.2.1.1. Celule de interior închise

Tipul celulei	U_n, kV	I_n, A	S_R, MVA	I_{1s}, kA	I_d, kA	Întreruptor	Protecția	Masa, kg
CII...-A-1-12B/	7,2	30÷	400	40,0	100,0	IO+MR	IP32	1400
1250;2500;4000	12,0	4000	500	40,0	100,0	IO+MR	IP32	1400
CII...-A-1-24/		5÷						
630;1250	24,0	1250	500	30,0	76,5	IO+MR	IP31	1200
CII...-MA-1-12/	7,2	5÷	300	30,0	76,5	IO+MR	IP31	1100
630;1250;2500	12,0	2500	500	30,0	76,5	IO+MR	IP31	1100
CII...-2-10/	6,0	idem	250	30,0	76,5	IO+MR	IP32	—
630;1250;2500	10,0	idem	500	30,0	76,5	IO+MR	IP32	—
CII..-2-20/		5÷						
630;1250	20,0	1250	500	30,0	76,5	IO+MR	IP32	—

Notă. 1. Simbolizare: C — celulă prefabricată; II — închisă de interior; *punctele*, funcție de destinația celulei, se înlocuiesc prin: L — cu întreruptor (pentru linie, motor, transformator, etc.), M — măsură, M_k — măsură pe cablu, M_{kb} — măsură pe cabluri și bare, C — de cuplă tip separator, Si — servicii interne, K — cabluri, D — descărcătoare, t — cu trecere laterală în bare; Pb — pod de bare; A — cu racord aerian în bare (As — spate, Adr — dreapta, Astg — stînga); M — modernizată; A — cu rezistență la arc liber; *1*(*2*) — cu un (două) sisteme de bare; 10, 12, 20, 24 — tensiunea nominală, în kV; B — cu putere de rupere mărită; 630, 1250, 2500, 4000 — curentul nominal, în A. Exemplu: CIILt-A-1-12B/ /1250.

2. Racordul aerian se realizează printr-un model atașat în spatele (As), stînga (Astg) sau dreapta (Adr) celulei de racord.

3. Celulele au blocaje mecanice contra manevrei căruciorului sub sarcină; închiderea întreruptorului este permisă numai în poziție *de lucru*, *de control* sau extras din celulă.

4. Pentru legături longitudinale sau transversale între barele colectoare ale pachetelor de celule din aceeași stație se utilizează poduri de bare.

5. Construcția celulelor și podurilor de bare este arătată schematic în fig. 8.10, iar schemele comutației primare sînt date în fig. 8.10 și 8.11.

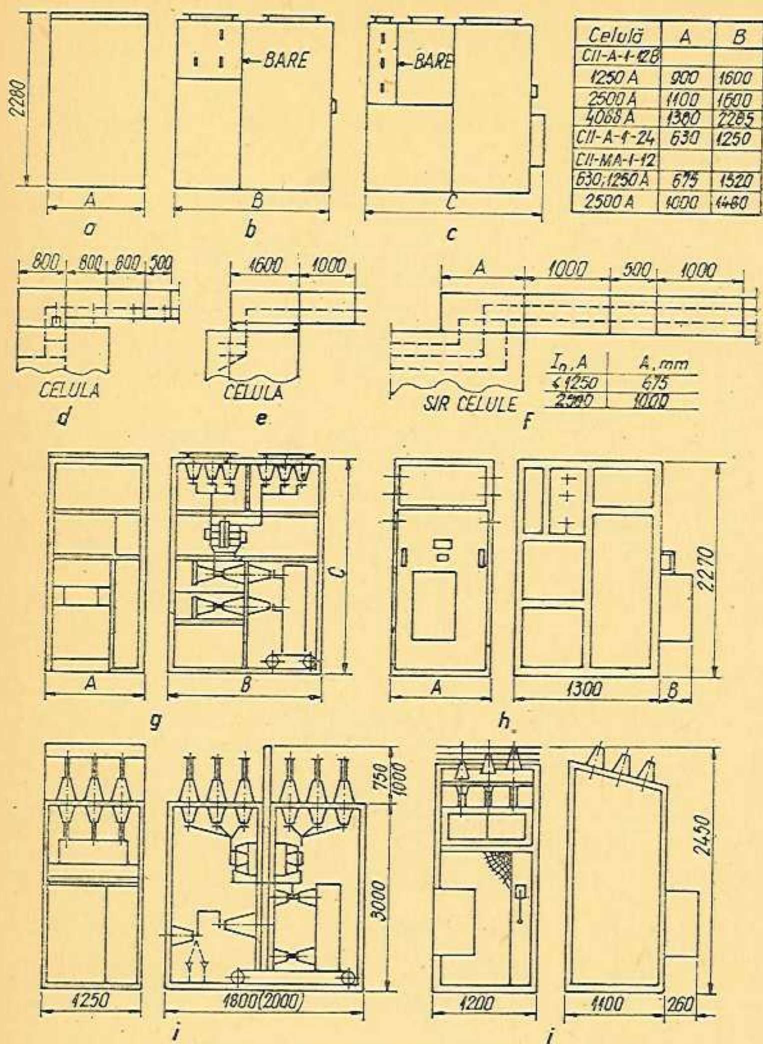


Fig. 8.10. Celule prefabricate pentru instalații de conexiuni interioare:
— vedere din față pentru: *b* — CII-A-1-12B/1250; 2500, CII-A-1-24/630; 1250; *c* — CII-A-1-12; *d* — pod de bare transversal PTB/≤2500 A; *e* — idem PTB/4000 A; *f* — **pod de** re longitudinal etajat PBLet/≤2500 A; *g* — CII-2; *k*— CI-M-1; CII-M-1; *i*—CI-20; *j*—**CPA;**

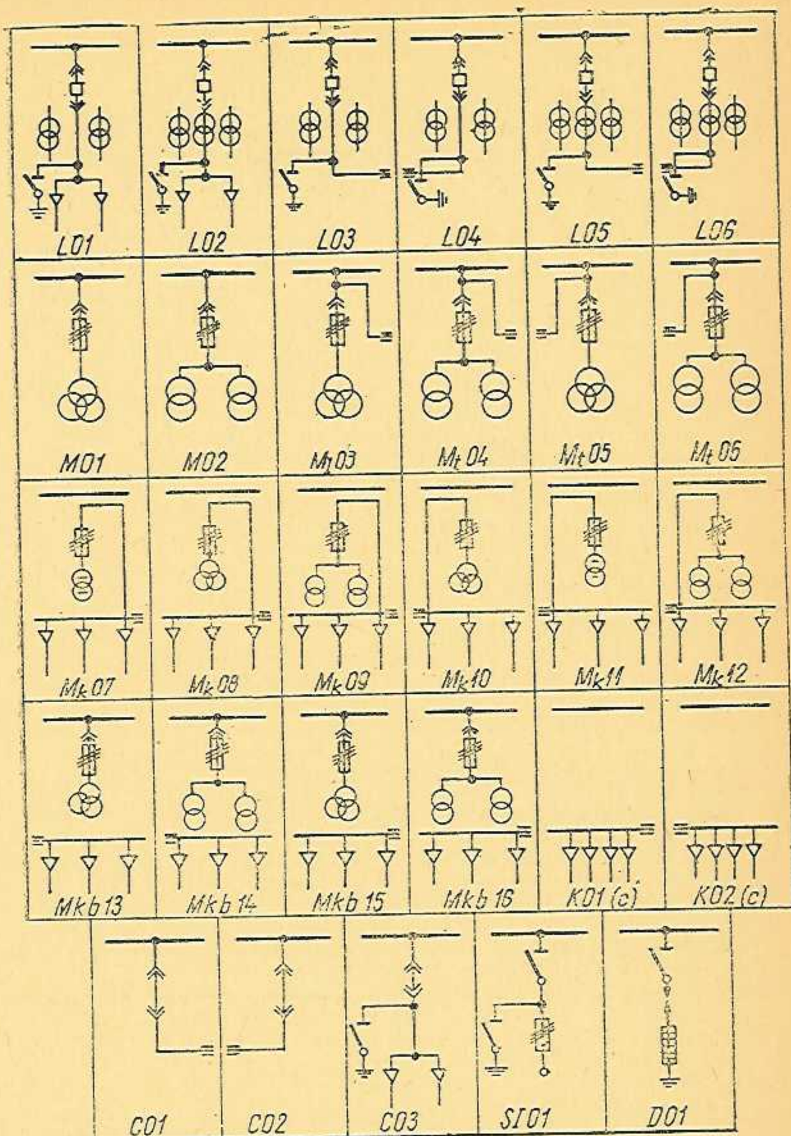


Fig. 8.11. Schemele electrice tipizate ale comutației primare a celulelor prefabricate închise pentru instalații de conexiuni (se citesc cu § 8.2.1.1; semnificația semnelor — § 1.7.1).

8.2.1.2. Celule de interior deschise

NI-ICMP	Simbolizarea			Fig. 8.12	Simbolizarea			Fig. 8.12
	Litere	Cifre			Litere	Cifre		
		gr.1	gr.2			gr.1	gr.2	
NI 113-74	CILCS*	131	01÷04	1;3*	CICD	131÷	02	13
	CILAS	151	11÷14	1;3*		251		
		231	21÷24	1;3*				
			51÷54	2;4*	CIMS*	108	01÷04	14;15*
			61÷64	2;4*	CIMd	208		
			71÷74	2;4*	CIMDs	108;	01÷04	16
	CILCD	131	01÷04	5;7*	CIMDsc	208		
		151	11÷14	5;7*	CIMDo	108	01÷04	17
		231	21÷24	5;7*		208	01÷04	17
			51÷54	6;8*	CISIS	01	01	18
			61÷64	6;8*	CISID	108	01	19
			71÷74	6;8*		208	01	19
	CITCS	131	01;02	9;10*		102	02	20
	CITAS	151	01	9;10*	CIS	208	02	20
	CITCD+	161	01	9;10*				
	CITAD	231	01;02	9;10*	CIS	131÷	—	21;22*
		251	01	9;10*	CID+	251		
					CICLS	131÷	01	11;12*
NI 109-74	CPAC	1322d	—	23	CICLD	151		
	CPAF	1322	—	24				
	CPAD	1321	—	25	CPAF	1090	—	28
	CPAT	1321d	—	26	CPAD	1050	—	28
	CPAM	1080d	—	27	PSI-PA	—	—	—

Notă: 1. Semnificația simbolurilor. NI 113-74: C — celulă; I — de interior; A — aerian; L — linie; C — cu cuplă; T — transformator; C — cuplă transversală (a treia literă), cablu (a patra literă); S, s — simplu sistem de bare; D, d — dublu sistem de bare; M — măsură; SI — servicii interne; CL — cuplă longitudinală; *cifre*: *prima* — tensiunea nominală (1—10 kV, 2—20 kV), *a doua* — curentul nominal (0 — neglijabil, 2—200 A, 3—630 A, 5—1250 A, 6—2500 A), *a treia*—tip aparat principal (1—IO+ + MR, 5 — STI, 8 — STI + siguranțe fuzibile), *a patra și a cincea* — — varianta comutației secundare, NI 109-74; C — celulă de interior (prima literă), de cuplă (ultima literă); PA — punct de alimentare; PSI — servicii interne; F—fider; D—distribuitor; transformator; *cifrele*—v. sus.

2. Schemele *7*, *8*, *9*-CITAS, 10-CITAD se montează într-o celulă și jumătate; schemele *9*-CITCS, *10*-CITCS131, 151, 231 și schema *12* se montează fără separator de linie într-o celulă, iar variantele 161, 251, în două celule; variantele 02 la schemele *9*, *10* au numai două transformatoare de curent.

3. Construcția celulelor — v. fig. 8.10, iar construcția anexe de montaj — v. fig. 8.13.

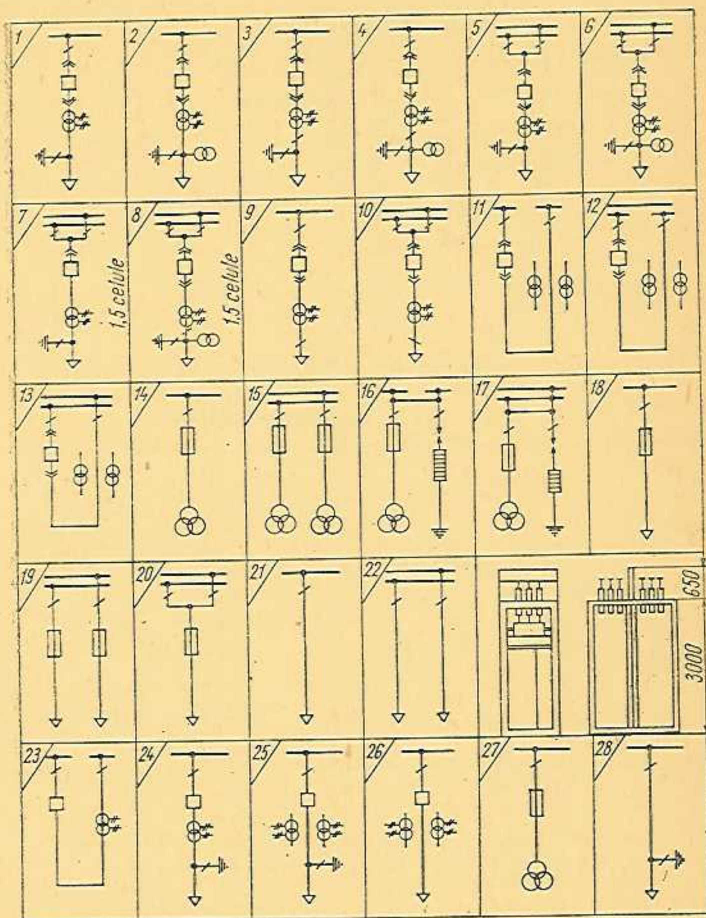


Fig. 8.12. Schemele electrice tipizate ale comutației primare a celulelor prefabricate de interior deschise pentru instalații de conexiuni (se citesc cu § 8.2.1.2; semnificația semnelor — § 1.7.1).

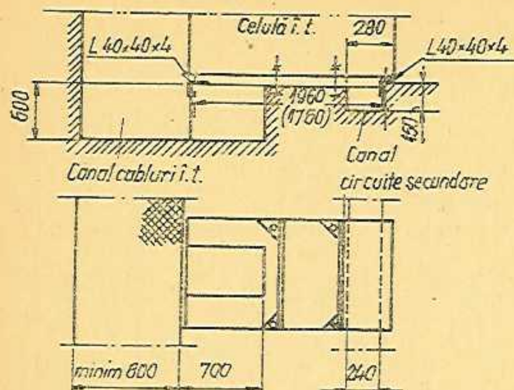


Fig. 8.13. Montajul celulelor deschise pentru instalații de conexiuni interioare.

8.2.2. *Celule prefabricate pentru posturi de transformare*

8.2.21. Celule de interior închise

Caracteristici tehnice						
U_n, kV		6	10	20	Tip protecție IP31. Ventilație naturală. Execuție normală și TH, THA. Bare simple, pot fi secționate. Comutație secundară (protecție) numai pe celulele cu IUPM, după scheme tip, cu relee primare sau secundare. Construcție – fig. 8.15
I_n, A		pînă la 630			
S_R MVA	IUPM STIS	150 7	150 7	150 7	
I_{t01} kA	IUPM STIS	10 15	10 15	10 10	
I_d kA	IUPM STIS	25 38	25 38	25 25	

Variante de echipare Fig. 8.14.

Poz.	Denumirea		Simbolul	Variante
1	2		3	4
1	Celule prefabricate de post de transformare, echipate cu:	întreruptor IUP-M	CIPI(A, Al, As, AAl, AAs)	a – cuțit; b – cu t.-c.; c – fără; d – combinație a, b, c – racord aerian
2		separator STIS+FIn	CIPSiF (idem)	a – fără cuțite de legare la pămînt; b – pentru racord aerian
3		separator STIS	CIPSi (idem)	

1	2	3	4	5	6
Variante de echipare, fig. 8.14	4	Celule prefabricate de post de transformare, echipate cu:	STI+FIn	CIPSF	a – fără cuțite de legare la pămînt
	5		STI	CIPS	
	6		IUPM-cuplă	CIPIc	a – cu transformator curent
	7		STI-cuplă	CIPSc	–
	8		măsură	CIPM	a – fără siguranțe
	9		idem + tc	CIPMb	a – fără siguranțe
	10		descărcător	CIPD	–

Notă: CIP – celulă prefabricată de interior pentru post de transformare; I – cu întreruptor; S – cu separator; Si – idem, de sarcină; F – siguranțe de înaltă tensiune; M – măsură; b – cu transformatoare de curent de bare; c – pentru cuplă; D – cu descărcător; A – cu ieșire sau intrare aeriană; l - cu modul lateral; s (după A) – cu modul spate; cifre – tensiunea nominală în kV.

8.2.2.2. Celule de interior deschise

Simbolizare	Fig. 8.14	Simbolizare	Fig. 8.14	Simbolizare	Fig. 8.14
1	2	3	4	5	6
CPTIs 1321d	*11*	CPLIj 1329d	*13*	CPCI 1329d	*14*
CPTIj 2321d	*11*	CPLIj 2329d	*13*	CPCI 2329d	*14*
CPTIj 1325d	*12*	CPMB 1052	*9*	CPCS 1350	*15*
CPTIj 2325d	*12*	CPMB 2052	*9*	CPCS 2350	*15*
CPTIj 1326d	*12*	CPD 1050	*10*	CPTFs, CPTFj 1180, 2180	*16*
CPTIj 2326d	*12*	CPD 2050	*10*	CPTSps, CPTSpj 1290, 2190	*17*
CPTIj 1328d	*12*	CPTspFs, CPTspFj 1190, 2190	*2*	CPLSs, CPLSj 1350, 2350	*18*
CPTIj 2328d	*12*	CPLSpTs, CPLSpTj 1270, 2170	*3*	CPLSTs, CPLSTj	
CPLIs 1321	*11*	CPCI 1325d	*14*		
CPLIj 2321	*11*				
CPLIj 1325d	*12*				

1	2	3	4	5	6
CPLIj 2325d	*12*	CPCI 2325d	*14*	1360, 2360	*5*
CPLIj 1326d	*12*	CPCI 1326d	*14*	CPLSps, CPLSpj	
CPLIj 2326d	*12*	CPCI 2326d	*14*	1270, 2170	*3*
CPLIj 1328d	*12*	CPCI 1327d	*14*	CPM 1052	*8*
CPLIj 3228d	*12*	CPCI 2327d	*14*	CPM 2052	*8*
CPLIj 1327d	*13*	CPCI 1328d	*14*	AAR 1d	–
CPLIj 2327d	*13*	CPCI 2328d	*14*	AAR 2d	–

Notă: 1. Simbolizare; CP – celulă prefabricată pentru post de transformare; L, T, M, D – v. § 8.2.1.2.; I, S, F – v. 8.6.2.2.1; T (al doilea) – cu cutite de punere la pămînt; B – cu reductoare de curent pe bare; p – de sarcină; s, f – racord sus, jos; *cifre: prima* – tensiunea nominală (1–10 kV, 2–20 kV), *a doua* – curentul maxim (0 – neglijabil, 1 – pînă la 200 A, 2 – 200÷400 A, 3 – 400÷630 A), *a treia* – tipul aparatului principal (2 – cu IUPM + MRI, 5 – STI, 6 – STIP, 7 – – STIS, 8 – STI+FIn, 9 – STIS+FIn), *a patra* – varianta de comutaţie secundară (1–protecţie prin relee primare, directe şi de gaze, 5d – – protecţie secundară directă de c.a. cu DPCA, fd – protecţie maximală temporizată în c.c.; 8d – idem prin bloc BACC; 7d – idem cu posibilitatea montării AAR în c.c.; 9d – idem în c.a.; 0 – fără protecţie secundară)

2. Dimensiuni de gabarit, – v. fig. 8.15.

8.2.2.3. Celule de exterior

Simbolul		Fig. 8.14	Simbolul		Fig. 8.14
ACETA	1321a	19; 22*	ACEC	1328d	14
ACELA*	2321a	19; 22*		2328d	14
	1323a	20; 23*	ACESI	1180a	
	2323a	20; 23*	ACESIc*	2180a	8; 26*
	1325a	21; 24*	ACEM	2081d	27
	2325a	21; 24*	ACEMA	2081d	27
	1328d	21; 25*	ACEMC	2081d	28
	2328d	21; 24*	ACED	2050a	10
ACETC	1325a	12; 25*	ACEMD	1081d	29
ACELC*	2325a	12; 25*	ACEMDA	1081d	29
	1328d	12; 25*	ACEMDC	1081d	30
	2328d	12;25*	CE-10kV	rezervă	18
ACEC	1325a	14	Ce-20 kV	rezervă	18
	2325a	14	–	–	–

Notă: 1. Simbolizare: A – curent operativ alternativ; C – celulă prefabricată; E – de exterior; L, T, M, D, SI, A, C – v. § 8.2.1.2.; *cifre: prima, a doua, a treia* – v. § 8.2.1.2., *a patra* – varianta de comu-

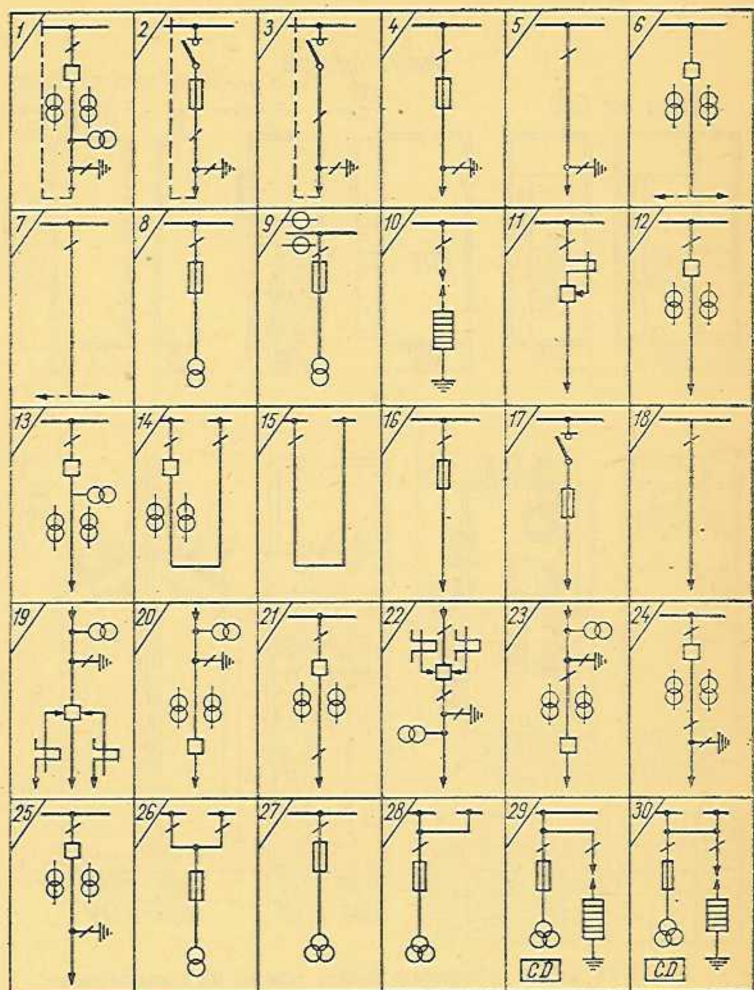
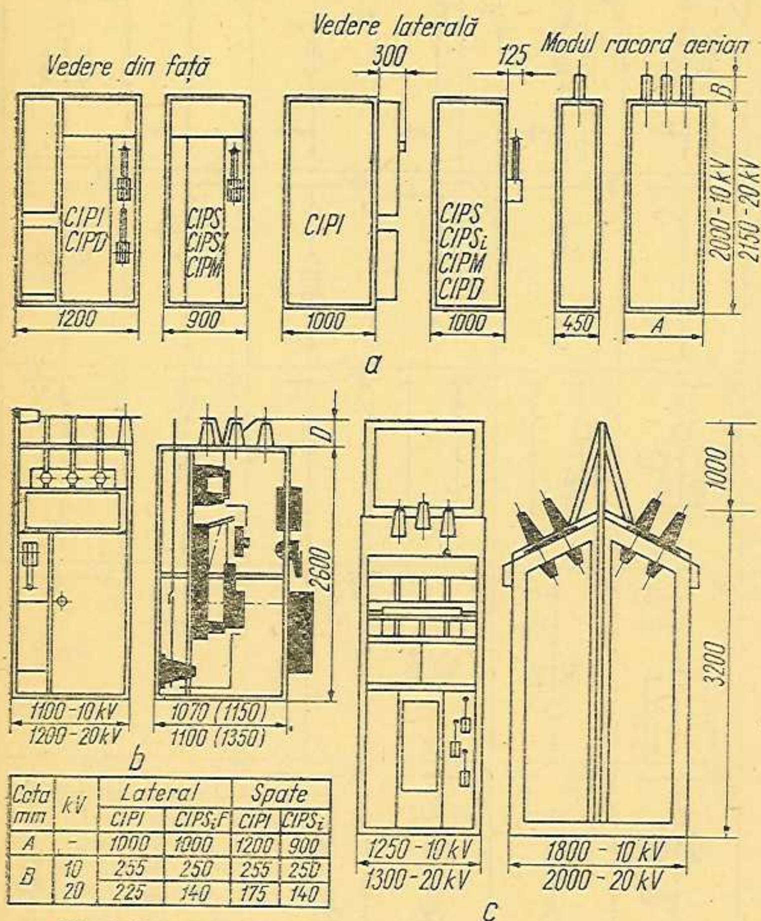


Fig. 8.14. Schemele electrice tipizate ale comutației primare a celulelor prefabricate de post de transformare (se citesc cu § 8.2.2; semnificația semnelor — § 1.7.1).



Cota mm	kV	Lateral		Spate	
		CIPI	CIPSiF	CIPI	CIPSi
A	–	1000	1000	1200	900
B	10	255	250	255	250
	20	225	140	175	140

Fig. 8.15. Celule prefabricate pentru posturi de transformare:
a — închise, de interior (§ 8.2.2.1); b — deschise, de interior (§ 8.2.2.2); c — de exterior (§ 8. 2.2.3).

tație secundară (*1a* – protecție prin relee primare directe, fără măsura curentului și energiei, *3a* – protecție maximală temporizată cu DPCA, fără măsura curentului și energiei; *5a* – idem, cu măsura curentului și energiei, la cuplă fără AAR, *8d* – protecție maximală temporizată în c.c. prin BACC, cu măsura curentului și energiei, la cuplă fără AAR, *1d* – cu protecție contra punerilor la pămînt în celulă, *0a* – fără protecție secundară).

2. Dimensiuni de gabarit, v. fig. 8.15.

8.3. Baterii de condensatoare statice pentru îmbunătățirea factorului de putere

8.3.1. *Baterii de condensatoare statice 380/220 V*

Tip BACDm	Nr. trepte kvar/tr.	Fig. 8.16	Tip BACDm	Nr. trepte kvar/tr.	Fig. 8.16
1	2	3	4	5	6
380/0-			380/0-		
60-1	1×60	a-2; e-2	360-4s	2×60+2×120	b-2÷4; e-4
80-1	1×80	a-2; e-2	420-4s	1×60+3×120	a-1÷4;e-11
120-1	1×120	a-1; e-1	480-4a	4×120	a-1÷4; e-8
160-1	1×160	a-1; e-1	480-4s	2×80+2×160	c-2÷4; e-4
60-2a	2×30	b-2; e-2	560-4s	1×80+3×160	a-1÷4; e-11
80-2a	2×40	b-2; e-2	640-4a	4×160	a-1÷4; e-8
120-2a	2×60	b-2; e-1	240-5s	2×30+3×60	d-5; e-5
160-2a	2×80	b-2; e-1	320-5s	2×40+3×80	d-5; e-5
240-2a	2×120	a-1÷2; e-6	480-5s	2×60+3×120	c-2÷5; e-8
320-2a	2×160	a-1÷2; e-6	540-5s	1×60+4×120	a-1÷5; e-9

1	2	3	4	5	6
120-3s	$2\times30+1\times60$	c-2÷3; e-3	600-5a	5×120	a-1÷5; e-10
160-3s	$2\times40+1\times80$	c-2 3; e-3	640-5s	$2\times80+3\times160$	c-2÷5; e-8
180-3a	3×60	c-2÷3; e-5	720-5s	$1\times80+4\times160$	a-1÷5; e-9
240-3a	3×80	c-2÷3; e-5	800-5a	5×160	a-1÷5; e-10
240-3s	$2\times60+1\times20$	c-2÷3; e-5	300-6s	$2\times30+4\times60$	b-2÷6; e-7
300-3s	$1\times60+2\times120$	a-1÷3; e-6	400-6s	$2\times40+4\times80$	b-2÷6; e-7
320-3s	$2\times80+1\times60$	c-2÷3; e-6	600-6s	$2\times60+4\times120$	c-2÷6; e-10
360-3a	3×120	a-1÷3; e-4	720-6a	6×120	a-1÷6; e-13
400-3s	$1\times80+2\times160$	a-1÷3; e-4	800-6s	$2\times80+4\times160$	c-2÷6; e-10
480-3a	3×160	a-1÷3; e-4	880-6s	$1\times80+5\times160$	a-1÷6; e-12
180-4s	$2\times30+2\times60$	b-2÷4; e-5	660-6s	$1\times60+5\times120$	a-1÷6; e-12
240-4s	$2\times40+2\times80$	b-2÷4; e-5	960-6a	6×160	a- 1÷6; e-13

Notă. 1. Construcție modulară: modul de comandă $500\times660\times470$ mm MC1 – cu un contactor (pentru o treaptă) sau MC2 – cu 2 contactoare (pentru 2 trepte); bloc pentru comanda automată BCA integrat într-unul din MC componente; modul de condensatoare MK pentru $4(3)\times15(20)$ kvar 73×500 (605) $\times$ 330 mm; grad protecție MC – IP20, MK – 1P00; producție I. ELECTROTEHNICA-București.

2. Condiții tehnice: *tensiuni nominale* – condensatoarele 380/220 V, circuite secundare 220 V, semnal automatizare 380 V între 2 faze, 0 ... 5 A de pe faza a treia; *comandă* – manuală, automată.

3. Scheme și moduri de asamblare tipizate în fig. 8.16, specificate pentru utilizare în tabel. Exemplu: BACDm-380/0-300-3s-$1\times60+2\times120$ – schema 1-1÷3, compunere e-7 (schema corespunzătoare acestui caz este dată în fig. 13.2, *e*).

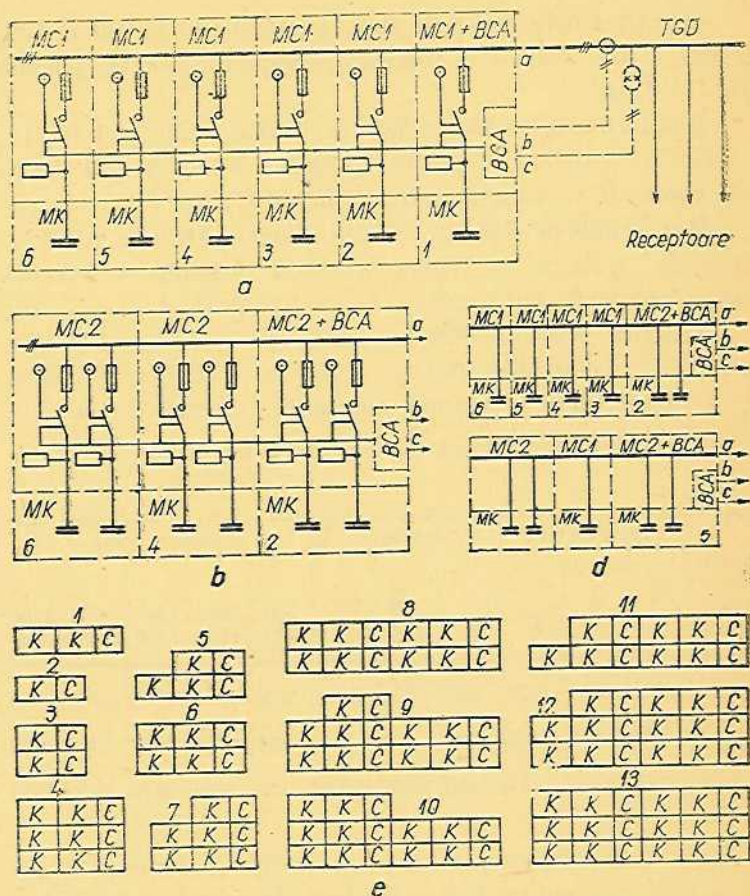


Fig. 8.16. Scheme bloc și moduri de compunere ale bateriilor de condensatoare statice de JT tipizate (v. nota 3 din § 8.3.1).

8.3.2. *Baterii de condensatoare de medie tensiune*

Tipuri prefabricate:

BACDi 6 000/300, 600, 900, 1 200, 1 500, 1 800, 2 100, 2 400, 2 700, 3 000 — 1 treaptă, comandă manuală, schemă fig. 8.17, *a*;

BACDi 6 000/0—300/1a, 600/1a, 900/1a, 1 200/1a, 1 500/1a, 1 800/1a, 2 100/1a, 2 400/1a, 2 700/1a, 3 000/1a — 1 treaptă, comandă automată, schemă fig. 8.17, *a*;

BACDi 6 000/0–900/3a, 1 200/3a, 2 700/3a, 3 600/3a, 4 500/3a, 5 400/3a, 6 300/3a, 7 700/3a, 8 100/3a, 9 000/3a — 3 trepte egale, comandă automată, schemă fig. 8.17, *b*;

BACDiR 6 000/0—900/3a, 1 200/3a, 2 700/3a, 3 600/3a, 4 500/3a, 5 400/3a, 6 300/3a, 7 700/3a, 8 100/3a, 9 000/3a — 3 trepte egale, comandă automată, schemă fig. 8.17, *c*.

Dimensiuni de gabarit (se citesc cu fig. 8.17):

Specificație	CA, CG, CT			Dulapuri			Stative, kvar				
	CIL-M	CIIL1	CII	DC	DP DCR1	DCR3	300 600	900 1800	1500 2400	2100 2400	2700 3000
L, mm	1577	1520	1660	850	850	1500	1320	1810	2270	2270	2760
l, mm	850	675	900	585	600	845	1308	1308	1308	1308	1308
h, mm	2270	2270	2280	2100	2100	2100	1250	2850	2850	2850	2850

Alte date: condensatoarele sînt de tip CS 3,64/6,3-50-2E (v. §. 6.2); producător ICP — Băilești. În asimilare BACDe— de exterior.

Notă. În simbol: la numărător — tensiunea nominală, în V; la numitor — puterea bateriei, în kvar; 1a, 2a, 3a — 1, 2, 3 trepte egale (suma puterii/ /treaptă dă puterea totală a bateriei dată în simbol).

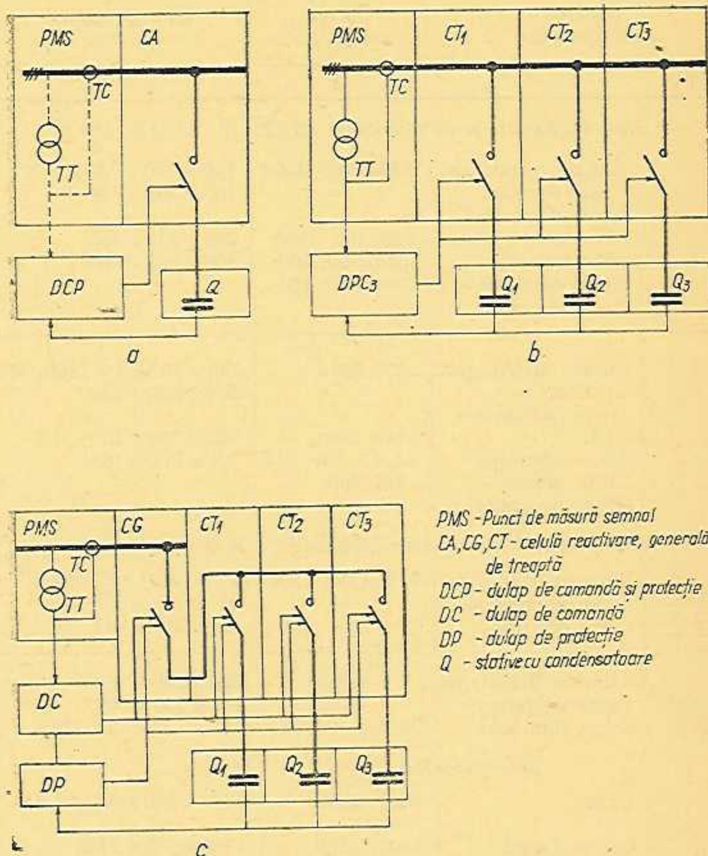


Fig. 8.17. Scheme bloc și componența bateriilor de condensatoare statice de MT tipizate:

a — cu 1 treaptă comandată manual sau automat; *b* — cu 3 trepte egale, fără celulă generală, comandate automat; *c* — idem, cu celulă generală.

8.4. Bare neizolate capsulate sau protejate

	Elemente componente	Curent nominal, A	Cote de gabarit, mm
	1	2	3
	Bare magistrale și de distribuție DISBAR– TIAB, 380 V		
Bare magistrale	Canale magistrale	630, 1000, 1600	290×170×750; 1500
	Cutie de colț	—	290×290×350
	Cutie derivație:		
	M–M(L, T, +)	630, 100, 1600	290×230×350
	M–D(L, T, +)	idem/400, 200	400×400×200
	Cutie dilatație	630, 1000, 160	
	Piese de capăt	—	—
Bare distribuție	Canale distribuție	200,400	260×105×450, 800, 1600
	Cutie de colț	—	200×200×350
	Cutie derivație:		
	1,L, T, +	200, 500	350×350×150
	Cutie siguranțe	25, 63, 100, 315	300×200×165
	Cutie dilatație	200,400	—
	Piesă de capăt	—	—
	Bare magistrale și de distribuție ELECTROMUREȘ, 380 V		
Bare magistrale	Tronson magistral	750, 1350, 1500	305×102; 142×4020
	Cutie universală	—	477×722×275
	Cutie dilatație	—	122×402×402
Bare distribuție	Tronson distribuție	200	200×280×102
	Cutie universală	200	642×380×300
	Cutie siguranțe	25, 63, 100, 315	200×252×155;170
	Bare capsulate IEP-Cv, 6÷24 kV		
Tronsoane modul cu ecranare comună pentru cele 3 faze	Liniar	1600, 2500, 4000	1200×540×500÷2500
	Cot orizontal simplu	1600, 2500, 4000	1700×540×1700
	Cot orizontal dublu	1600, 2500	2200×540×2300
	Cot vertical simplu	1600, 2500, 4000	1200×1040×1040
	Cot vertical dublu	1600, 2500	1200×895×1540
	Cot orizontal-vertical	1600, 2500	1200×1040×1700
	Derivație	1600, 2500, 4000	1200×1700; 1500×540; 740; 800; 540; 740

	1	2	3
Tronsoane modul cu ecranare comună pentru 3 faze	Derivație laterală Derivație cu cot Derivație verticală Dilatație Măsură Racord transformator	1600, 3500 1600, 2500 1600, 2500 4000 1600, 2500 1600, 2500	1040 × 1740 × 1700 1200 × 1540 × 1750 1200 × 1540 × 1750 1200 × 540 × 1500 1200 × 540 × 1500 1200 × 540 × 740; 1250 1200 × 1040 × 1058 1200 × 1100 × 1458
Tronsoane modulate cu ecranare independentă pe fază	Liniar Cot orizontal Cot vertical Derivație Dilatare Măsură Racord transformator Racord generator	Valori comune: I-10; 15kV-2000 II-10 15kV-4500 III-15kV-7500 IV-24kV-2000 V-16kV-10000 VI-24kV-10000	1 × 150 ÷ 400 2770 × ⌀588 × 2506/3506 2700 × ⌀588 × 1100; 1515 2990 × ⌀588 × 1000; 3000 2990 × ⌀730 × 460; 2000 2990 × ⌀800 × 2000 3660 × ⌀970 × 680 ÷ 1090 × 1840 ÷ 2710

Notă. 1. Utilizare pentru transportul sau distribuția curenților de mare intensitate, în instalații interioare din mediul corespunzător gradului de protecție.

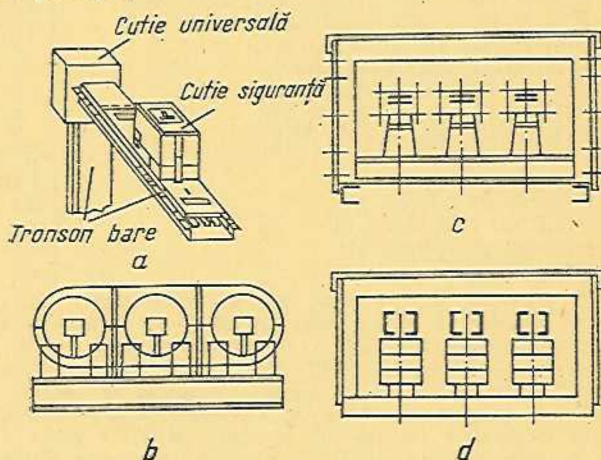


Fig. 8.18. Bare capsulate sau protejate:
a — bare de 0,4 kV; *b* — bare de 10...24 kV, 2...10 kA cu ecranare pe fiecare fază; *c* — bare de 6...10 kV cu ecranare comună; *d* — bare de 15...24 kV cu ecranare comună.

2. Canalele TIAB sînt echipate cu 4 bare Al (R, S, T, O). Tronsoanele ELECTROMUREȘ de magistrale cu 4 bare Al, iar pentru distribuție 4 bare OL. Tronsoanele IEP-Cv au bare din Al.

Carcasele barelor de 380 V sînt din tablă OL — gros. 1 mm; cele ale barelor de 10÷24 kV, din tablă Al, la ecranarea pe faze, sau tablă OL îmbinată prin șunt antimagnetic pe toată lungimea, la ecranarea comună; cu ferestre de vizitare pentru izolatoare sau în intervale de 400 mm pentru siguranțe.

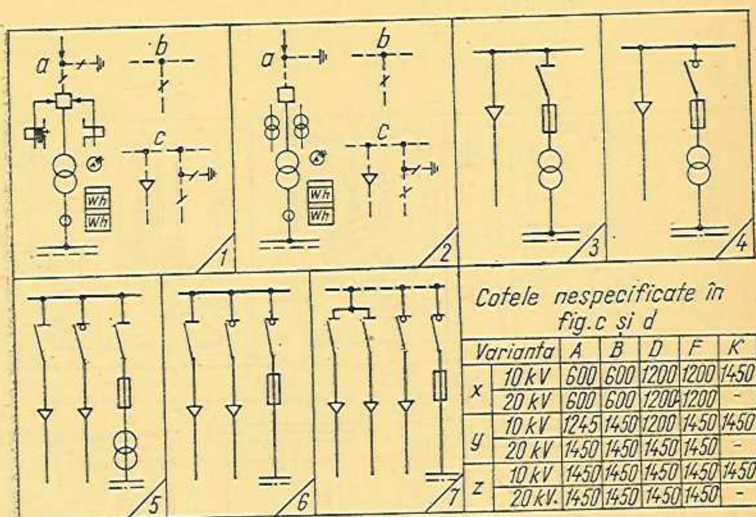
3. ICMA — București produce canale de distribuție de JT compuse din: canale magistrale CM: 630, 1000, 1600 A; canale de distribuție CD—200; 400 A; cutii de siguranță CS—25, 63, 100, 315 A; cutii de dilatație KD—200 ... 1600 A; cutii de derivație tip cruce, teu, cot retpectiv KDK KDT, K—200 ... 1600 A; carcase terminale CT și piese de capăt PC

8.5. Posturi de transformare prefabricate

Furnizorul	Simbolul	Schemă fig.
ICMP — București NI E 106		8.19,
	PTM-5A-1421; 1521; 1621; 2421; 2521; 2621	*a.1.a*
	PTM-5A-1422; 1522; 1622; 2422; 2522; 2622	*a.2.a*
	PTM-5B-1421; 1521; 1621; 2421; 2521; 2621	*a.1.b*
	PTM-5B-1422; 1522; 1622; 2422; 2522; 2622;	*a.2.b.*
	PTM-5C-1421; 1521; 1621; 2421; 2521; 2621;	*a.1.c*
	PTM-5C-1422; 1522; 1622; 2422; 2522; 2622	*a.2.c*
	PTM-7m-Aa, Ab, Ac-10; 20 kV	*3*
	PTM-7m-Ba, Bb, Bc-10; 20kV	*4*
	PTM-7m-Da, Db, Dc-10; 20 kV	*5*
	PTM-7m-Fa, Fb, Fc-10; 20 kV	*6*
	PTM-7m-Ka, Kb, Kc-10; 20 kV	*7*
ICEP — Băilești		8.20,
	PTE-250 kVA-10/0,4 kV	*a.1*
	PTEb-500 kVA-11/0,4 kV	*a.2*
	PTE-630 kVA-20/0,4 kV	*a.1*
	PTE-1600 kVA-20/0,4 kV	*a.3*

Notă. 1. Simbolizare: P — post; T — de transformare; M — metalic; E — de exterior; 5 — tip șantier; A, B, C (la PTM-5) — racord aerian, la bare colectoare, în cablu; A, B — racord în buclă; D, F, K — racord în buclă; *a* — 10 plecări de JT; *b* — 3÷6 plecări de JT; *c* — 5 plecări de JT; cifre: (la PTM-5): *prima* — tensiunea (1—10 kV, 2—20 kV), *a doua* — puterea (4—400 kVA, 5 — 630 kVA, 6 — 1000 kVA), *a treia* — tip întreruptor (IUPM 10; 20—(30 + MRI), *a patra* — protecția (1 — cu relee primare directe, 2 — cu relee secundare directe de c.a., fără măsura energiei electrice pe medie tensiune).

2. Domeniu de utilizare: în exterior, în medii lipsite de praf, gaze, vapori și depuneri conductibile sau active chimic, la altitudini sub 1000 m, umiditate relativă maxim 90% la +20°C. Grad protecție IP33.



Varianta		A	B	D	F	K
x	10 kV	600	600	1200	1200	1450
	20 kV	600	600	1200	1200	-
y	10 kV	1245	1450	1200	1450	1450
	20 kV	1450	1450	1450	1450	-
z	10 kV	1450	1450	1450	1450	1450
	20 kV	1450	1450	1450	1450	-

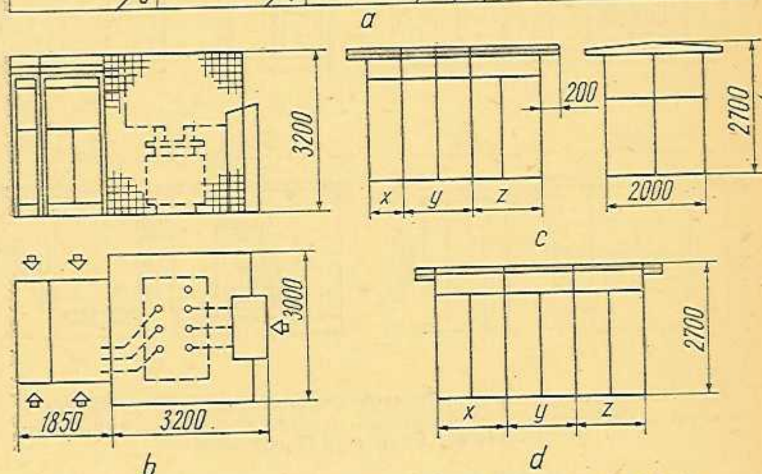


Fig. 8.19. Variante de posturi trafo prefabricate tip ICMP:
a — schemele electrice simplificate ale comutației primare; b — PMT-5; c — PMT-7mA, B; d — PMT-7mD, F, K.

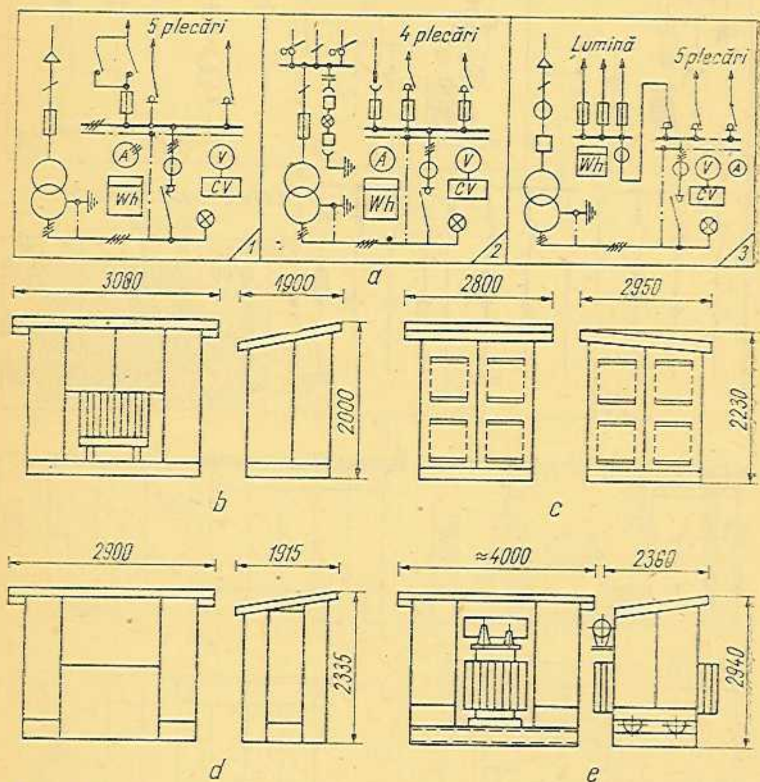


Fig. 8.20. Variante de posturi trafo prefabricate ICEP — Băilești:
— schemele electrice ale comutației primare; *b* — PTE-250 kVA; *c* — PTE-500 kVA; *d* — PTE-630 kVA; *e* — PTE-1600 kVA.

8.5. Posturi de transformare prefabricate

Furnizorul	Simbolul	Schemă fig.
ICMPT — București NI E106		8.19,
	PTM-5A-1421; 1521; 1621; 2421; 2521; 2621	*a.1.a*
	PTM-5A-1422; 1522; 1622; 2422; 2522; 2622	*a.2.a*
	PTM-5B-1421; 1521; 1621; 2421; 2521; 2621	*a.1.b*
	PTM-5B-1422; 1522; 1622; 2422; 2522; 2622	*a.2.b*
	PTM-5C-1421; 1521; 1521; 2421; 2521; 2621	*a.1.c*
	PTM-5C-1422; 1522; 1622; 2422; 2522; 2622	*a.2.c*
	PTM-7m-Aa, Ab, Ac-10; 20 kV	*3*
	PTM-7m-Ba, Bb, Cc-10; 20 kV	*4*
	PTM-7m-Da, Bb, Dc-10; 20 kV	*5*
	PTM-7m-Fa, Fb, Fc-10; 20 kV	*6*
	PTM-7m-Ka, Kb, Kc-10λ; 20 kV	*7*
ICEP — Băilești		8.20,
	PTE-250 kVA-10/0,4 kV	*a.1*
	PTEb-500 ikVA-11/0,4 kV	*a.2*
	PTE-630 kVA-20/0,4 kV	*a.1*
	PTE-1600 kVA-20/0,4 kV	*a.3*

Notă: 1. Simbolizare: P — post; T — de transformare; M — metalic; E — de exterior; 5 — tip șantier; A, B, C (la PTM-5) — racord aerian, la bare colectoare, în cablu; A, B — racord în buclă; D, F, K — racord în buclă; *a* — 10 plecări de JT; *b* — 3—6 plecări de JT; *c* — 5 plecări de JT; cifre: (la PTM-5): *prima* — tensiunea (1— 10 kV, 2 — 20 kV), *a doua* — puterea (4 — 400 kVA, 5 — 630 kVA, 6 — 1000 kVA), *a treia* — tip întrerupt (IUPM 10; 20 — 630 + MRI), *a patra* — protecția (1 — cu relee primare directe, 2 — cu relee secundare directe de c.a., fără măsura energiei electrice pe medie tensiune).

2. Domeniu de utilizare: în exterior, în medii lipsite de praf, gaze, vapori și depuneri conductibile sau active chimic, la altitudini sub 1000 m, umiditate relativă maxim 90% la +20°C. Grad protecție IP33.

3. Distribuția pe 380/200 V nespecificată în simbol sau în cheme:
— PTM-5 — 8×2LF25 cu T60VA-220/24V + priză;
— PTE-250 kVA — 5USOL (1×200 A+160A + 3×63A) + + 1×3LF25 + TCA;
— PTEb-500 kVA — 4×3MPR630×1×3LF25 cu priză;
— PTE-630 kVA — 5USOL-250 + 1×3LF25;
— PTE-1600 ikVA — 5USOL-500 + 11SOL500 + 3×MPR

9. ALIMENTAREA CONSUMATORILOR CU ENERGIE ELECTRICĂ

9.1. Tensiuni și frecvențe de alimentare

Transportul și distribuția energiei electrice se fac în c.a. sinusoidal trifazat cu frecvența de 50 Hz ± 0,5% și la una din tensiunile de: 0,38—0,66—6—10—20—35 kV ± 5% și 110—220—400 kV ± 7% (prin contract se admit și alte abateri).

Încadrarea în aceste toleranțe impune limitarea influențelor receptoarelor asupra funcționării sistemului electroenergetic. Aceste influențe sînt:

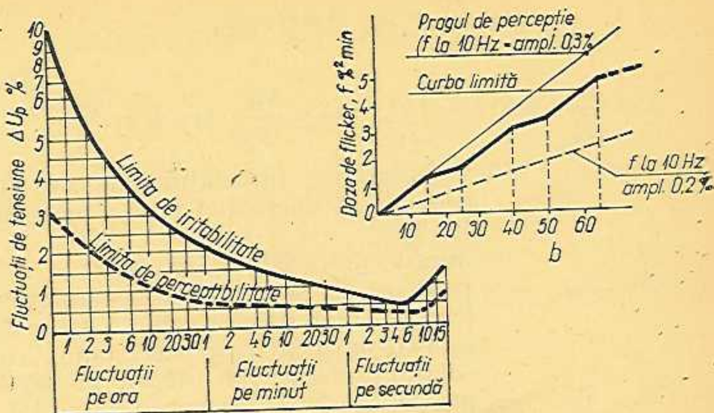
Fluctuațiile de tensiune, datorate în special șocurilor de putere reactivă, pot avea ca efect flickerul, manifestat prin pîlpîirea jenantă a lămpilor electrice, deformarea imaginii TV și deranjamente în funcționarea unor instalații electronice. Limite maxime admise:

a. Pentru receptoare cu șocuri de putere reactivă ciclice (pompe și compresoare cu piston) sau previzibile (laminoare), fluctuațiile de tensiune ΔU_f — măsurate cu oscilograful (la instalațiile existente) sau calculate (la instalațiile noi) — trebuie să fie sub valorile date de fig. 9.1, *a*. Relația de calcul:

$$\Delta U_{fi} \leqslant \frac{Q_{şi}}{S_k} 100 \ [\%], \qquad (9.1)$$

unde: $Q_{şi}$ este șocul de putere reactivă la frecvența i, calculat pentru bara critică, în kvar;

S_n — puterea minimă de scurtcircuit în punctul comun de racord (bara critică), calculată cu reactanțe tranzitorii, în MVA.



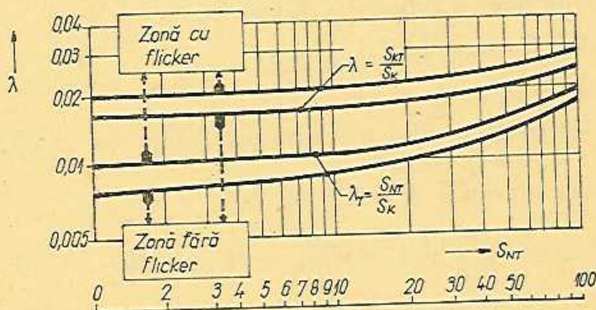


Fig. 9.1. Limite admisibile ale fluctuațiilor de tensiune și ale efectelor lor: *a* — fluctuații de tensiune ΔU_p; *b* — doza de flicker — factorul de acceptabilitate pentru flicker λ la cuptoarele cu arc (S_{NT}, S_{kT} — puterea nominală respectivă).

b. Pentru receptoare cu șocuri de putere reactivă aleatorii (întîmplătoare, neprevăzute), cum ar fi cuptoarele cu arc, doza de flicker *f*, măsurată cu flickermetrul (la instalațiile existente) sau factorul de acceptabilitate λ calculat (la instalațiile noi) trebuie să se înscrie în valorile date în fig. 9.1, *b* și *c*. Relații de calcul:

$$f=\int_0^T a_{10}^2\,dt \quad [\%^2\cdot\min],$$

$$\lambda=\frac{S_{kc}}{S_k} \text{ sau } \lambda=\frac{S_{kce}}{S_k};\quad \lambda_T=\frac{S_{Nc}}{S_k} \text{ sau } \lambda=\frac{S_{Nce}}{S_k}. \tag{9.2}$$

unde: a_{10} este amplitudinea fluctuațiilor la 10 Hz, echivalentă fluctuației reale a tensiunii, în %;

T — durata perturbației, în min;

S_{kc}, S_{kce} — puterea de scurtcircuit a cuptorului (cînd e unul singur) sau a cuptorului echivalent (cînd sînt mai multe), calculate conform PE 142/80, în MVA;

S_{Nc}, S_{Nce} — puterea nominală a transformatorului — idem;

S_k — v. relația (9.1).

Șocurile de putere activă $P_ș$ trebuie ca:

$$P_ș \leqslant 0{,}05\ P_G \text{ cînd } t_ș > 3 \text{ s; sau}$$
$$P_ș \leqslant 0{,}1\ P_G \text{ cînd } t_ș < 3 \text{ s,} \tag{9.3}$$

unde: P_G este puterea celui mai apropiat generator electric;
$t_ș$ — durata șocului.

Nesimetria tensiunii δ_{UN} trebuie ca:

$$\delta_{UN}=\frac{100}{\sqrt{3}\,U_n}\,|\underline{U}_A+a^2\underline{U}_B+a\underline{U}_C|\leqslant 2\%, \tag{9.4}$$

unde: $\underline{U}_A$, $\underline{U}_B$, $\underline{U}_C$ sînt furnizorii tensiunii pe faze, în V; U_n este tensiunea nominală a rețelei, în V; $a=e^{j120}$ — — operator.

Coeficientul de distorsiune total:

$$\delta=\frac{U_d}{U}\,100<5\%,$$

unde: $U_d=\sqrt{\sum_{i=2}^{13}U_i^2}$ este reziduul deformat, U_i fiind valoarea eficace a armonicii i, în V;

U — valoarea eficace a undei de tensiune, în V.

9.2. Siguranța alimentării electroenergetice a consumatorilor și receptoarelor și sistemele corespunzătoare de racord și distribuție

Consumatorii de energie electrică. Conform regulamentului PE 132/69, în funcție de relațiile cu întreprinderea furnizoare de energie electrică (IEE), se deosebesc:

— marii consumatori, care absorb simultan din rețeaua furnizorului minimum 50 kW — JT sau 50 kVA — MT sau au centrală proprie de minimum 50 kW;

— micii consumatori, care se găsesc sub aceste limite.

Conform normativului PE 124/78, în funcție de sarcina maximă de durată absorbită, se împart în patru clase:

Clasa	*A*	*B*	*C*	*D*
S_{cM}, MVA	>50	7,5 ... 50	2,5...7,5	<2,5

Receptoarele de energie electrică pe care le poate avea un consumator, în funcție de consecințele întreruperii alimentării lor, se împart în patru categorii:

Categoria — Consecințe	Exemple informative de categorii de receptoare electrice
1	2
0 — Explozii, incendii, periclitarea vieții oamenilor	Calculatoare „on — line", furnale (clapete egalizare, trolii conuri, jgheaburi oscilante, suflante), cuptoare de inducție (instalațiile de răcire), traductoare de măsură la furnale și oțelării, cuptoare de epitaxie și difuzie, instalații de tragere monocristale, pompe incendiu cu pompă rezervă.
I — Dereglarea proceselor tehnologice în flux continuu, cu timp lung de restabilire; rebuturi importante de materii prime, materiale auxiliare, scule tehnologice etc., nerealizări irecuperabile.	Procese tehnologice în flux continuu, laminoare, unele fabrici de oxigen, dispozitive auxiliare la furnale și cuptoare Martin, pompe de răcire la cuptoare cu arc și furnale, convertizoare, poduri rulante în oțelării, instalații automate de precizie de prelucrare cu comandă după program, cuptoare de topit sticlă, stații de ventilație în mine cu pericol de explozie sau gaze nocive, stații pompare de evacu-

1	2
	are ape în mine cu viituri de peste 1 m³/min, instalații de extracție cu transport de personal în mine mai adînci de 350 m cu pericol de explozie și gaze nocive, incubatoare, crescătorii de păsări și maternități porcine încălzite electric, alte receptoare cu consecințe similare la întreruperea alimentării cu energie electrică.
II – Nerealizări de producție proporționale cu durata întreruperii electroalimentării, în general recuperabile	Instalații încărcare furnale, cuptoare cu arc, instalații de prelucrare în producția de serie, cuptoare tratamente termice, compresoare de aer comprimat, instalații de climatizare tehnologică, instalații de flotare, de prăjire magnetizantă și uscare, de ventilare (rest) și de extracție (rest) în mine, instalații de muls și de prelucrare primară ale laptelui, crescătorii importante de porci și cornute, alimentare apă păsări și animale, sere și răsadnițe.
III – Nu influențează direct producția	Ateliere, depozite și secții auxiliare, cariere, instalații de perforare, stații pompe irigare, descărcări și aducțiuni zonale.

Sistemul extern de electroalimentare a unui consumator (de la nodul rețelei IFE — care constituie sursă pentru consumator — pînă la punctul de delimitare) trebuie să asigure consumatorului: obligatoriu, o alimentare de bază de capacitatea puterii maxime totale simultan absorbite; justificat tehnico-economic, o alimentare de rezervă conform tabelului de mai jos (dacă aceasta nu asigură continuitatea funcționării receptoarelor de categoria 0, se prevede de către consumator sursă proprie de intervenție):

Nivel siguranță	Surse, căi alimentare, puncte de delimitare	Capacitate,	Durata restabilirii alimentării			
			Clasa A	Clasa B	Clasa C	Clasa D
1	2	3	4			
1	Independente de alimentarea de bază	100	Durata acționării automaticii 3 s	3 s	3 s	3 s

1	2	3	4
2	Pot fi dependente de alimentarea bază	100	Durata manevrelor manuale: 30 min* | 30 min* | 2 h* | 2÷8h*
3	Fără rezervă	—	Funcție de condiții locale. La peste 24 h se poate trece justificat la nivel superior (2).

Notă. * La: clasa A — în stații cu personal permanent; clasa B și clasa C — idem, nepermanent; clasa D — la consumatori dispersați.

Sarcina maximă de calcul pentru alimentarea electroenergetică a unui consumator se determină pe etape de dezvoltare și perspectiva pe următorii 5 ... 10 ani, iar determinarea structurii rețelei de alimentare și a numărului și amplasării stațiilor de primire va ține seama de situația existentă în zonă și de perspectiva ei de dezvoltare pe următorii 10...15 ani.

Sistemul intern de alimentare electroenergetică a consumatorului (de la punctul de delimitare la receptoare) trebuie să asigure:

— pentru receptoarele de categoria 0, surse de intervenție (acumulatoare, generatoare acționate mecanic etc.) și căi de alimentare independente;

— pentru receptoarele de categoria I, două căi de alimentare independente, pînă la ultimul punct de distribuție;

— pentru receptoarele de categoria II, una sau două căi de alimentare, funcție de rezultatul analizei tehnico-economice;

— pentru receptoarele de categoria III, o cale de alimentare;

— cînd receptoarele de diferite categorii nu pot fi grupate, se vor asigura condițiile categoriei superioare, iar cînd condițiile locale permit și este justificat tehnico-economic, pentru receptoarele de categoriile II și III se pot asigura condițiile categoriei imediat superioare.

Pentru mărirea gradului de siguranță în alimentare și pentru ușurarea exploatării:

— schemele adoptate vor fi cît mai simple, recomandîndu-se ca stații de primire racorduri adînci cît mai aproape de centrul de greutate al sarcinii, cu cel mult două transformatoare de 110/MT și cu un număr minim de aparate pe partea de IT (utilizarea întreruptoarelor de 110 kV în acest caz se va justifica tehnico-economic);

— curenții de scurtcircuit vor fi limitați prin: linii radiale, transformatoare cu tensiune de scurtcircuit mărită, bobine de reactanță și limitatoare de curent cu acțiune ultrarapidă;

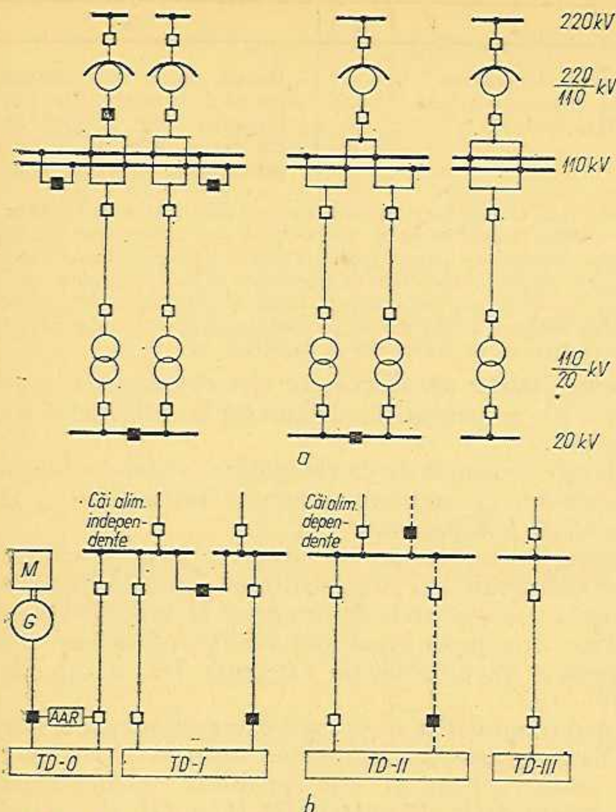


Fig. 9.2. Scheme de alimentare cu energie electrică:
a — din sistemul extern (al IFE): prin două căi independente, prin două căi dependente, printr-o singură cale; b — din sistemul intern (al consumatorului) *TD-O, I, II, III* — pentru receptoare categoria O, I, II, III (căile trasate întrerupt se prevăd numai justificat tehnico-economic)

— dacă se justifică tehnico-economic se vor utiliza pe scară largă schemele de automatizare (RAR, AAR, DAS);

— receptoarele liniilor sau agregatelor tehnologice paralele pentru acelaşi produs este recomandabil să aibă alimentări diferite;

— reglajul instalaţiilor de protecţie şi automatizare se va face de acord cu furnizorul, corelîndu-se timpii de acţionare din sistemul intern cu cei ai sistemului extern.

9.3. Condiții impuse în utilizarea receptoarelor care ar putea prejudicia funcționarea rețelei furnizorului de energie electrică

9.3.1. *Autorizarea utilizării receptoarelor electrotermice și a motoarelor electrice*

Receptoarele electrotermice cu puteri peste 2 kW, conform instrucțiunilor MEE-PE 936/83, trebuiesc autorizate din punct de vedere al utilizării raționale și cu eficiență sporită a energiei electrice precum și al economisirii și recuperării ei. Funcție de puterea totală a acestor receptoare, autorizarea se emite:

Pentru P_n, kW	2 ÷ 2000	2000 ÷ 20 000	⩾20 000
Autorizează	IEIRIEDEET	CIRE	MEE-D TSNR

Autorizarea se emite separat pentru: 1) introducerea receptoarelor în proiect (la faza de NC); 2) montarea lor (la faza de NC dacă se dispune de datele necesare sau la faza PE); 3) utilizarea lor după execuția montajului.

Documentația necesară obținerii autorizării este stabilită prin *Metodologia CIRE pentru aplicarea instrucțiunilor PE 936/83* și se întocmește și trimite:

— pentru prevederea și montarea utilajelor, de proiectantul general, către organele competente MEE (v. mai sus);

— pentru utilizarea utilajelor, de beneficiar, către IEIRIEDEET.

Motoarele electrice cu puteri mai mari de 100 kW trebuiesc autorizate pentru introducerea lor în proiecte și pentru utilizare, în conformitate cu RFUET-E 44/69, dacă: 1) sînt de JT (sincrone sau asincrone) de puteri mai mari de 200 kW; 2) sînt asincrone (de JT sau MT) de puteri mai mari de 100 kW; 3) au puteri mai mari de 1000 kW (în toate cazurile).

Autorizarea se face pe baza unei justificări tehnico-economice prezentată organului competent MEE de către proiectant sau beneficiar, o dată cu cererea pentru obținerea acordului de spor de putere necesar punerii în funcțiune a noilor utilaje.

9.3.2. *Limitarea regimului deformant*

Regimul deformant — caracterizat prin deformarea undelor de tensiune și curent perfect sinusoidale, ca urmare a apariției armonicelor superioare — este produs de receptoare deformante (cuptoare cu arc, redresoare de putere aferente diferitelor instalații, instalații de acționare cu tiristoare etc.) și propagat și amplificat de rețelele electrice de transport și distribuție.

Valorile limită admise pentru parametrii regimului deformant (coeficientul de distorsiune δ_u — relația (9.5) și armonicile de ordin superior γ_u) sînt următoarele:

U_n, kV	δ_u, %	γ_u, în %, de rangul:					
		3	5	7	9	11	13
< 1	2	0,85	0,65	0,60	0,40	0,40	0,30
1 ÷ 35	4	1,00	2,50	2,50	1,00	1,50	1,50
⩾ 110	3	0,80	2,00	2,00	0,80	1,00	1,00

Conform normativului MEE-PE 143/80, prevenirea și limitarea regimului deformant sînt obligatorii și specificate.

Măsuri de prevenire:

— Cu caracter general: alegerea receptoarelor deformante cu armonici de valoare mică și amplasarea lor în zone de rețea cu puteri de scurtcircuit mari;

— Pentru cuptoarele cu arc: creșterea impedanțelor lor de scurtcircuit (de exemplu, prin înscrierea unei reactanțe) și scăderea impedanței de scurtcircuit a rețelei de alimentare (de exemplu, prin racordarea receptorului la o linie specializată, anume destinată);

— Pentru redresoare: creșterea numărului de pulsații și alimentarea lor prin transformatoare cu tensiunea defazată cu 30% (cu conexiuni ΔY sau ΔΔ);

— Verificarea posibilității apariției regimului deformant (valoarea parametrilor δ_u și γ_u) și a fenomenului de rezonanță

(cînd se instalează baterii de condensatoare pentru compensarea puterii reactive), la început prin calcul, iar după montare, prin măsurători; dacă sînt depășite limitele admise se iau măsurile care urmează.

Măsuri de limitare:

— În cazul depășirii limitelor permise, constatate prin măsurători, atît la instalațiile noi cît și la cele existente, se montează instalații de filtre de elemente acordate pe una sau mai multe din armonicile cu valori mari și se fac măsurători;

— Dacă δ_u astfel obținut depășește limitele admise, se prevede de regulă un filtru suplimentar de refulare pentru reducerea armonicilor de rang superior celor reduse prin filtrul de absorbție;

— Se verifică dacă instalația de filtrare astfel obținută satisface și compensarea puterii reactive; dacă nu, se instalează suplimentar o baterie de condensatoare de putere corespunzătoare sau, dacă aceasta a fost montată anterior — fără instalația de filtrare — și există posibilitatea apariției fenomenului de rezonanță, se va încadra în filtrul de refulare.

9.3.3. *Combaterea efectului de flicker în rețelele de distribuție*

Depășirea limitelor admise ale fluctuațiilor de tensiune cu efecte de flicker supărătoare (v. fig. 9.1) impune măsuri tehnico-organizatorice de remediere.

În instalațiile existente se încearcă întîi o exploatare convenabilă suportării flickerului. La cuptoare: tensiune redusă la demaraj (3 ... 6 min după fiecare încărcare) și în perioada de topire (crește reactanța echivalentă, micșorînd corespunzător puterea de scurtcircuit), regim UHP (cu arcuri scurte și mai stabile), funcționarea eșalonată după grafic, racordarea acestor receptoare la părți ale rețelei mai puțin afectate.

Cînd aceste măsuri nu sînt eficiente sau pentru instalații noi, se prevăd după caz:

— Pentru cuptoare pentru de 1 ... 10 MVA, bobină de reactanță în circuitul de alimentare;

— Pentru receptoarele de peste 10 MVA: legături suplimentare la sistem în punctul comun de racord (se mărește puterea de scurtcircuit); alimentarea lor de la o treaptă de tensiune mai înaltă, eventual prin rețea separată; surse statice cu reglaj ultrarapid pentru compensarea șocurilor (baterii de condensatoare comandate prin tiristoare sau reactoare nesaturate) sau surse rotative de compensarea acestor șocuri (motoare sincrone supraexcitate sau compensatoare sincrone cu reglaj lent sau rapid etc.), ambele soluții corelate cu necesitățile de îmbunătățire a factorului de putere și de limitare a regimului deformant.

9.4. Sarcini și consumuri electroenergetice

9.4.1. *Metode de calcul simplificate*

Metoda consumurilor specifice, aplicabilă în calcule aproximative pe consumatori, cînd se cunoaște programul de producție (în studii de soluție, note de comandă). Relații de calcul:

$$W_a = W_s A; \qquad P_c = W_a / T_u; \qquad I_c = P_c / \sqrt{3}\, U \cos \varphi_i; \qquad Q_c = P_c \operatorname{tg} \varphi_i. \tag{9.6}$$

Metoda coeficienților de cerere pe ramuri industriale, aplicabilă ca și precedenta, dar cînd se cunoaște puterea totală instalată la consumator. Relații de calcul:

$$P_c = k_c P_i; \qquad Q_c = P_c \operatorname{tg} \varphi_i; \qquad I_c = P_c / \sqrt{3}\, U \cos \varphi_i; \qquad W_a = P_c T_u. \tag{9.7}$$

Metoda coeficienților de cerere pe categorii de receptoare, aplicabilă în calcule mai exacte, pe consumatori sau instalații de conexiuni, transformare și distribuție, cînd se cunosc

organizarea și dotarea acestora (în proiectele și detaliile de execuție). Relații de calcul:

$$P_c = \beta(k_{cj}P_{ij} + P_T); \quad W_a = \beta(k_{wj}P_{ij} + P_T)T_u; \quad I_c = P_c/\sqrt{3}U \cos\varphi_i; \quad Q_c = P_c \operatorname{tg}\varphi_i; \tag{9.8}$$

Metoda curenților pe categorii de receptoare, aplicabilă în calculul sarcinilor pe tablouri de distribuție la tensiunea de 380/220 V. Relația de calcul:

$$I_c = \Sigma I_{cj}. \tag{9.9}$$

În relațiile (9.5—9.8):

W_a este consumul anual de energie electrică activă, în MWh;

W_s — consumul specific de energie electrică activă, în kWh/unitatea de producție (v. § 9.4.2);

A — producția anuală, în unități fizice sau convenționale;

P_c — puterea activă cerută maximă, în kW;

Q_c — puterea reactivă cerută maximă după compensare, în kvar;

$\cos\varphi_i$ — factorul de putere îmbunătățit, căruia îi corespunde $\operatorname{tg}\varphi_i$, conform § 1.2.4;

I_c, I_{cj} — curentul de calcul total, respectiv pe categorii de receptoare (v. § 9.4.4);

U — tensiunea nominală de alimentare, în kV;

k_c — coeficientul de cerere de putere absorbită maximă,

$$k_c = k_f\, k_{c\ med}, \tag{9.10}$$

unde k_f este coeficientul de formă al curbei de sarcină (egal cu 1÷1,15 pe întreprindere și cu 1,1÷1,2 pe secții), iar $k_{c\ med}$ este coeficientul mediu de cerere pe ramuri industriale, conform § 9.4.2;

k_{cj} — coeficientul de cerere de putere maximă absorbită pe categorii de receptoare (v. § 9.4.3);

P_i, P_{ij} — puterea instalată totală, respectiv pe categorii de receptoare; relații de calcul:

• lămpi electrice, motoare cu regim permanent, cuptoare cu rezistențe racordate direct la rețea:

$$P_i = P_n; \qquad (9.11)$$

• receptoare cu regim intermitent (motoare, mașini de sudat cu transformator):

$$P_i = P_n\sqrt{DA/100}, \text{ respectiv}$$
$$P_i = S_n\sqrt{DA/100} \times \cos\varphi_n; \qquad (9.12)$$

• cuptoare racordate prin trafo de putere S_n și convertizoare de frecvență:

$$P_i = S_n \cos\varphi_n, \text{ respectiv } P_i = \sqrt{3}\,UI\cos\varphi_n; \qquad (9.13)$$

• redresoare și convertizoare pentru curent continuu:

$$P_i = U_{c.c.}I_{c.c.} = P_n; \qquad (9.14)$$

T_u — timpul anual de utilizare a puterii maxime (v. §§ 9.4.2 și 9.4.3), în h/an;

β — coeficient de simultaneitate generală (v. § 9.4.3);

k_{wj} — coeficient de consum pe categorii de receptoare (§ 9.4.3);

P_T — pierderi de putere activă în transformatoare cu două înfășurări, în kW, date de relația

$$P_T = \Sigma(p_0 + \beta^2 p_{sc} + p_s) \approx 0{,}02\,S_T, \qquad (9.15)$$

unde $\beta = k_f I_{med}/I_n$;

p_0, p_{sc} — puterea de mers în gol, respectiv în scurtcircuit ale fiecărui transformator, în kW (v. § 6.1.3);

p_s — pierderile suplimentare la transformatoarele cu răcire forțată date de catalog;

I_n — curentul nominal al transformatorului, în kA;

k_f, I_{med} — v. relația (9.25);

S_T — puterea nominală totală a transformatoarelor, în kVA;

P_n, S_n — puterea nominală totală a receptoarelor, în kW sau kVA;

DA — durata de acționare, în %.

$\cos \varphi_n$ — factorul de putere nominal al receptoarelor.

9.4.2. *Date de consum pe ramuri industriale*

Categorii industriale	W_s UM	W_s Valoarea	T_u h/an	$k_{c\,med}$
1	2	3	4	5
Industria minieră:				
— preparare, brichetare cărbune	kWh/t	15÷40	4700	0,45
— produse cocso-chimice	kWh/t	30÷40	4700	0,39
— minereuri neferoase și rare: — extracție	kWh/t	40÷60	4700	0,51
— prelucrare	kWh/t	20÷30	4700	0,51
— minereuri feroase:				
— extracție	kWh/t	10÷15	4700	0,43
— prelucrare	kWh/t	3÷8	4700	0,43
— extracție cărbune:				
— brun	kWht/	25÷30	4700	0,37
— lignit	kWh/t	7÷15	4700	0,37
— huilă	kWh/t	30÷40	4700	0,37
— extracție și preparare materii prime chimico-miniere (sulf, fluorină, săruri potasice, dolomită etc.)	kWh/t	—	4700	0,45
— extracție minereuri nemetalice (azbest, mică, grafit, argile-caolin etc.)	kWh/t	—	4700	0,45
Metalurgie neferoasă:				
— aluminiu (oxid aluminiu)	kWh/t	300÷600	4700	0,33
— aluminiu electrotehnic	kWh/t	18000÷22000	4700	0,33
— cupru brut	kWh/t	1000	4700	0,33
— cupru electrotehnic	kWh/t	2500÷4000	4700	0,33
— rafinarea cuprului	kWh/t	450	4700	0,33
— trefilare sîrmă cupru	kWh/t	35÷40	4700	0,33
— zinc în calup (bloc)	kWh/t	4000	4700	0,33
— nichel electrotehnic	kWh/t	4000	4700	0,33
— plumb	kWh/t	300÷500	4700	0,33

1	2	3	4	5
Metalurgie feroasă:				
— fontă furnal	kWh/t	40÷60	4700	0,33
— oțel Siemens-Martin	kWh/t	10÷17	4700	0,33
— oțel electric	kWh/t	800÷900	4700	0,33
— țevi laminate	kWh/t	200÷400	4700	0,33
— profile laminate	kWh/t	70÷90	4700	0,33
— tole laminate	kWh/t	90÷100	4700	0,33
— sîrmă de oțel	kWh/t	100÷150	4700	0,33
— ferosiliciu 45%	kWh/t	4000÷5000	4700	0,33
— ferosiliciu 75%	kWh/t	8000÷9000	4700	0,33
— feromangan	kWh/t	2500÷4000	4700	0,33
— ferocrom	kWh/t	2000÷5000	4700	0,33
— silicocrom	kWh/t	70÷90	4700	0,33
Industria chimică:				
— acid sulfuric	kWh/t	70÷120	4800	0,53
— amoniac	kWh/t	1800÷2000	4800	0,53
— oxid de calciu	kWh/t	2700÷3500	4800	0,53
— acid azotic	kWh/t	100÷500	4800	0,53
— fenol	kWh/t	400÷600	4800	0,53
— oxigen	kWh/m³	2÷2,5	4800	0,53
— carbid	kWh/t	2800÷3000	4800	0,53
— sodă calcinată	kWh/t	80÷100	4800	0,53
— sodă caustică	kWh/t	3800÷4200	8000	0,53
— acid clorhidric	kWh/t	1000÷4000	4800	0,53
— îngrășăminte	kWh/t	2000÷3500	4800	0,53
— îngrășăminte fosfatice	kWh/t	10÷100	4800	0,53
— produse din cauciuc	kWh/t	250÷400	4800	0,42
— anvelope bucăți	kWh/100	2500÷3000	4800	0,42
— mase plastice	kWh/t	100÷250	4800	0,42
— produse din substanțe aglomerate, abrazive, grafit, cărbune	kWh/t	5000÷7000	4800	0,43
Construcții de mașini:				
— locomotive	kWh/b	15000÷60000	3600	0,35
— mașini agricole	kWh/t	100÷200	3600	0,35
— tractoare	kWh/b	5000÷8000	3600	0,32
— vagoane	kWh/b	4500÷15000	3600	0,32
— autocamioane	kWh/b	1500÷2500	3600	0,29
— piese turnate din fontă	kWh/t	300	3600	0,29
— mașini unelte	kWh/t	200÷300	3600	0,29
— mașini electrice	kWh/kW	14	3600	0,26%
— condensatoare statice	kWh/kvar	3	3600	0,26
— transformatoare	kWh/kVA	2,5	3600	0,26

1	2	3	4	5
— aparate electrice	kWh/b	5÷7	3600	0,26
— construcții metalice	kWh/t	200÷300	3600	0,26
— reparații mașini, utilaje	kWh/t	—	1400	0,28
Industria petroliferă:				
— extracție țiței, gaze, petrol	kWh/t	20÷30	4000	0,34
— prelucrare țiței	kWh/t	5÷60	4800	0,39
— extracție, transport gaz metan	kWh/10 m³	40÷53	4800	0,19
Industria materialelor de de construcții:				
— extracție materiale	kWh/t	—	1600	0,39
— ciment	kWh/t	90÷110	4800	0,59
— ceramică brută:				
— cărămidă, țiglă	kWh/1000 buc	25÷30	4800	0,39
— cărămidă refractară	kWh/t	30÷50	4800	0,39
— prefabricate beton	kWh/m³	25÷35	3600	0,24
— geamuri trase	kWh/1000 m²	200÷250	4800	0,36
— alte materiale	—	—	1600	0,32
— lucrări construcții beton	kWh/m³	10÷20	2800	0,30
— evacuare pămînt nisipos	kWh/m³	3,5	2800	0,30
— idem, nisip argilos	kWh/m³	4÷9	2800	0,30
— evacuare pămînt argilos	kWh/m³	10÷20	2800	0,30
— construcții de lemn	kWh/m³	15÷20	2800	0,30
— construcții de metal	kWh/t	140	2800	0,30
Industria ușoară:				
— filatură	kWh/t	40÷50	2800	0,50
— țesături bumbac	kWh/1000m²	200÷350	2800	0,50
— țesătură lînă	kWh/1000m²	600÷650	2800	0,50
— tricotaje	kWh/1000 buc	180÷190	2800	0,50
— vîscoză	kWh/kg	5÷7	2800	0,50
— confecții	kWh/buc	10÷12	2800	0,45
— încălțăminte, pielărie	kWh/10 pereche	4	2800	0,34
— produse sticlă, ceramică cristalizată	kWh/t	170÷180	2800	0,36
— porțelan, faianță	kWh/t	300÷600	2800	0,31
— săpun, cosmetice	—	—	2800	0,26

1	2	3	4	5
Industria alimentară:				
— industria cărnii, peștelui	—	—	3600	0,37
— industria laptelui	kWh/t	6÷7	3600	0,38
— uleiuri, grăsimi	kWh/t	130÷160	3600	0,43
— morărit, produse făinoase	—	—	3600	0,53
— zahăr, produse zaharoase	kWh/t	120÷150	3600	0,44
— industria conservelor	—	—	3600	0,37
— spirt, drojdie, amidon, glucoză	kWh/hl	9÷11	3600	0,43
— băuturi alcoolice, bere	kWh/hl	5÷8	3600	0,35
— industria sării	—	—	3600	0,34
— industria tutunului	—	—	3600	0,40
— industria frigului	—	—	3600	0,50
— alte ramuri alimentare	—	—	3600	0,35
Agricultură:				
— stații mașini tractoare	—	—	1400	0,45
— irigații	—	—	1400	0,49
— ferme, cooperative agricole	—	—	1400	0,38
Industria forestieră, lemn, celuloză, hîrtie:				
— exploatări forestiere	—	—	1600	0,41
— cherestea	kWh/m³	10÷15	2800	0,42
— prelucrare lemn	kWh/m²	85	2800	0,35
— celuloză și hîrtie:				
— topire celuloză	kWh/t	60÷250	3600	0,43
— pastă lemn	kWh/t	1000	3600	0,43
— hîrtie diferită	kWh/t	400÷800	3600	0,43
— carton cenușiu	kWh/t	100	3600	0,43
— carton de calitate	kWh/t	1400	3600	0,43
Industria poligrafică	—	—	3000	0,20
Aer comprimat	kWh/m³	2	4000	0,15

Notă. 1. Tabelul permite aplicarea primelor două metode de calcul din § 9.4.1.

2. Datele din tabel au caracter orientativ, fiind susceptibile de corecții funcție de gradul de integrare a producției, de procedee și utilaje folosite, de situații locale specifice etc.

Exemplul de calcul 9.1. Se cer datele globale electroenergetice pentru o întreprindere de construcții metalice: *a*) cu o producție de 50 000 t/an;

b) cu o putere instalată de 12800 kW. Racordul la sistemul exterior este pe 20 kV, iar cos $\varphi_i = 0{,}95$.

a. Prin metoda puterii specifice:
Din tabelul 9.4.2. → $W_s = 2500$ h/an; $T_м = 3600$ h/an; $tg\varphi_i = 0{,}33$;

$W_a = 250 \cdot 50\,000 = 12\,500\,000$ kWh/an $= 12\,500$ MWh/an;

$P_c = 12\,500\,000/3600 = 3470$ kW; $Q_c = 3470 \cdot 0{,}33 = 1145$ kvar;

$$I_c = 3470/1{,}73 \cdot 20 \cdot 0{,}95 = 105 \text{ A}.$$

b. Prin metoda coeficientului de cerere pe ramuri industriale:
Din același tabel — $k_{cmed} = 0{,}26$; $T_м = 3600$ h/an;

$P_c = 1{,}05 \cdot 0{,}26 \cdot 12\,800 = 3490$ kW; $Q_c = 3490 \cdot 0{,}33 = 1150$ kvar;

$I_c = 3490/1{,}73 \cdot 20 \cdot 0{,}95 = 106$ A; $W_a = 12\,560$ MWh/an.

Rezultatele obținute prin cele două metode sînt comparabile.

9.4.3. *Date de consum pe categorii de receptoare*

	Categorii de receptoare	k_c	k_w	cos φ
1	2	3	4	5
Coeficienți de cerere și factorul de putere corespunzător	Motoare electrice de acționare cu regim:			1/0,82
	— continuu (ventilatoare, aeroterme, pompe, compresoare, benzi rulante, transportoare cu bandă, instalații de prepararea pămîntului etc. sincrone/asincrone)	0,70	0,50	
	— foarte greu, acționate individual (tambure de curățat, mori cu bile, concasoare, mașini forjat și trefilat, prese cu arbore cotit, ciocane cu transmisie, colerganguri foarfece de tăiere la rece etc.)	0,35	0,18	0,67
	— greu, acționate individual (prese de ștanțat, prese cu excentric, strunguri automate sau de cojit, strunguri revolver, freze de roți dințate etc.)	0,25	0,16	0,60
	— normal, acționate individual (strunguri normale, mașini de găurit, freze, morteze, polizoare, unelte portabile)	0,18	0,13	0,54
	— intermitent (macarale, funiculare, căi cu role, mese ridicat, mașini portabile etc.) cu:			
	• durată mică de acționare ($DA = 25\%$)	0.10	0,05	0,45
	• durată acționare medie ($DA = 40\%$)	0,15	0,08	0,50

1	2	3	4	5
Coeficienți de cerere și factorul de putere corespunzător	Agregate de sudură:			
	– grup motor-generator (DA = 60%):			
	• cu un singur post de lucru	0,30	0,12	0,56
	• cu mai multe posturi de lucru	0,50	0,35	0,67
	– transformatoare de sudare cu arc	0,35	0,09	0,35
	– automate de sudare cu arc	0,40	0,35	0,67
	– mașini de sudare cap la cap	0,44	0,15	0,68
	– mașini de sudură continuă	0,65	0,20	0,71
	Cuptoare electrice:			
	– cu rezistență (încărcare periodică)	0,60	0,35	1,00
	– cu arc, pentru topit oțel	0,70	0,45	0,80
	– cu arc, pentru metale neferoase	0,78	0,45	0,80
	– de inducție pe JF cu compensare	0,72	0,45	0,95
	– cu băi de sare	0,65	0,50	0,80
	Redresoare pentru acoperiri metalice	0,50	0,30	0,70
	Instalații de iluminat electric:			
	– hale industriale și în exterior	1,00	0,75	0,85
	– clădiri publice, teh.-administrative	0,80	0,60	0,85
	– locuințe și similare	0,65	0,45	0,95

T_u, h/an	Categorii instalații	Instalații forță				Instalații iluminat			
	Nr. schimburi pe zi	1	2	3	Cont.	1	2	3	Ext.
	Timp funcționare, h/an	2325	4630	6640	8500	725	2400	4650	3500

Coeficienți de simultaneitate generală pentru corecția puterii și energiei active totale β și puterii reactive $\gamma = 0{,}33\,\beta + 0{,}67$	P_c, MW	5	5÷10	10
	β	0,90	0,85	0,8
	γ	0,97	0,95	0,93

Notă. 1. Tabelul permite aplicarea ultimelor două metode de calcul de la § 9.4.1.

2. Pentru calculul încărcării tablourilor de distribuţie sau pentru consumatorii cu $P_i = 500$ kW se corectează:

a. Factorul de cerere k cu relaţia:

$$k'_c = 0{,}85\left(k_c + \frac{1 - k_c}{k_a}\right), \qquad (9.16)$$

unde k_a depinde de numărul de receptoare convenţionale $n_{ro} = 2n_{p/2}$ ($n_{p/2}$ fiind numărul receptoarelor cu puterea cea mai mare, a căror putere instalată însumată este egală cu jumătate din cea a categoriei respective de receptoare; valori:

n_{ro}	3	5	10	15	20	25	30	35	40	50
k_a	1	1,6	2,8	4,1	5,4	6,6	7,9	9,0	9,6	10

b. Factorul de putere cosφ, numai pentru: M_p — motoare regim normal, greu şi foarte greu; T_s — transformatoare de sudare; M_i — motoare asincrone cu regim intermitent şi restul agregatelor de sudură) funcţie de factorul de cerere recalculat k'_c:

	k'_c	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1
cos φ'	M_p	0,45	0,56	0,64	0,71	0,76	0,79	0,80	0,81	0,82
	T_s	0,18	0,25	0,32	0,38	0,43	0,47	0,50	0,53	0,54
	M_i	0,45	0,52	0,58	0,63	0,67	0,70	—	—	—

Exemplul de calcul 9.2. Pentru un atelier mecanic se dau datele electroenergetice din tabelul de mai jos — coloanele 1, 2, 3. Se cer: P_i, P_c, Q_c (necompensată) şi W_a pentru receptoarele respective, ştiind că se lucrează în două schimburi.

Categorii de receptoare	P_n		P_i	k_c	cosφ	tgφ	P_c	Q_c	k_w	T_u	W_a
	UM	Val.	kW				kW	kvar		h/an	MWh/an
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Mașini regim normal	kW	1250	1250	0,18	0,60	1,33	225	299	0,13	4630	752
2. Mașini regim greu	kW	480	480	0,25	0,62	1,27	120	152	0,16	4630	356
3. Mașini regim continuu	kW	320	320	0,70	0,80	0,75	224	168	0,50	4630	741
4. Pod rul. $DA = 40\%$	kW	147	93	0,15	0,50	1,73	14	24	0,08	4630	34
5. Transf. sudură $DA = 60\%$, $\cos\varphi = 0,54$	kVA	195	82	0,35	0,35	2,28	29	65	0,09	4630	34
6. Cuptor cu inducție	kVA	400	380	0,72	0,95	0,33	274	90	0,45	4630	791
7. Cuptor cu rezistență	kW	120	120	0,60	1,00	—	72	—	0,35	4630	194
8. Iluminat hală	kW	30	30	1,00	0,85	0,62	30	19	0,75	2400	54
Total 1			2755	—	—	—	988	817	—	—	2956
Corecție: $\beta = 0,9$; $\gamma = 0,97$							−98	−27			−296
Total 2			2755	0,36	0,78	0,80	990	790	$T_{uM} = 2686$		2660

Calculul se efectuează prin metoda coeficienților de cerere pe categorii de receptoare, completînd coloanele 5, 6, 10, 11 cu date din tabelul 9.4.3, coloana 5 conform § 1.2.5 și coloanele 4, 8, 9, 12 conform exemplului care se dă mai jos, calculat pentru poduri rulante, poz. 4:

$$P_{i4} = 147 \cdot 0,4 = 93 \text{ kW}; \quad Q_{c4} = 14 \cdot 1,73 = 24 \text{ kvar};$$

$$P_{c4} = 0,15 \cdot 93 = 14 \text{ kW}; \quad W_a = 93 \cdot 0,08 \cdot 4360 = 34\,000 \text{ kWh/an}.$$

Însumînd rezultatele găsite pe coloanele 4, 8, 9, 12, se determină corecția de simultaneitate generală pentru total 1 – col. 8, 9, 12 și se determină datele rîndului total 2, unde T_{uM} este timpul de utilizare a puterii maxime, egal cu raportul W_a/P_c.

Exemplul de calcul 9.3. Un atelier mecanic independent este dotat cu utilajele menționate în tabelul de mai jos – coloanele 1÷4. Se cere încărcarea tabloului de distribuție al atelierului.

Categorii de receptoare	Buc.	P_n/buc.		P, kW		k_c	k_c'	$\cos\varphi'$	P_c kW	Q_c kvar
		UM	Val.	1 buc	Total					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Mașini regim normal:										
— strung paralel	6	kW	5,5	5,5	33,0					
— mașină de frezat	1	kW	10,0	10,0	10,0					
— mașină de găurit	2	kW	1,7	1,7	3,4					
— mașină de filetat	1	kW	0,6	0,6	0,6					
— mașină de rectificat	1	kW	7,1	7,1	7,1					
— mașină de rabotat	1	kW	4,0	4,0	4,0					
— polizor	1	kW	2,0	2,0	2,0					
— mașină de ascuțit	1	kW	4,0	4,0	4,0					
Total regim normal					64,1	0,18	0,40	0,71	25,6	35,1
Utilaje regim greu:										
— strung carusel	1	kW	46,2	46,2	46,2					
— presă cu excentric	2	kW	8,1	8,1	16,2					
Total regim greu					62,4	0,25	0,85	0,81	53,0	38,2
Ventilatoare	2	kW	4,0	4,0	8,0	0,70	0,85	0,81	6,8	4,9
Transf. sud. $DA = 60\%$	1	kVA	19,5	8,2	8,2	0,35	0,85	0,53	7,0	11,2
Conv. sudură $DA = 60\%$	1	kW	14,0	10,8	10,8	0,30	0,85	0,75	9,2	8,1
Grindă rul. $DA = 25\%$	1	kW	6,0	3,0	3,0	0,10	0,85	0,75	2,6	2,3
Cuptor cu rezistențe	1	kW	14,0	14,0	14,0	0,60	0,85	1,00	11,9	—
Baie cromare	1	kW	6,0	6,0	6,0	0,50	0,85	1,70	5,1	5,2
Total general					176,5		0,69	0,76	121,2	105,0

Calculul se efectuează prin metoda coeficienților de cerere pe categorii de receptoare, corectat funcție de numărul de receptoare, completînd coloana 7 cu datele corespunzătoare din § 9.4.3., iar restul coloanelor conform exemplului dat pentru utilajele cu regim normal:

$$P/2 = 64{,}2/2 = 32{,}1 \text{ kW} \rightarrow n_{rc} = 2(1 + 1 + 3) = 10 \rightarrow k_a = 2{,}8;$$

$$k_c' = 0{,}85\ (0{,}18 + 0{,}18/2{,}8) = 0{,}4;\ \cos\varphi' = 0{,}71 \rightarrow \operatorname{tg}\varphi' = 1{,}37;$$

$$P_{c1} = 0{,}4 \cdot 64{,}2 = 25{,}6 \text{ kW}; \qquad Q_{c1} = 26{,}6 \cdot 1{,}37 = 35{,}1 \text{ kvar}.$$

Se însumează puterile determinate pe categorii de receptoare și apoi se determină pentru întregul atelier:

$$k_c' = 121{,}2/176{,}5 = 0{,}69;\ \operatorname{tg}\varphi' = 105/121{,}2 = 0{,}87 \rightarrow \cos\varphi' = 0{,}76;$$

$$I_c = 121{,}2 \cdot 1000/1{,}73 \cdot 380 \cdot 0{,}76 = 246{,}6 \text{ A}.$$

9.4.4. *Curenții de calcul pe categorii de receptoare la tensiunea de 380/220 V*

Categorii de receptoare	Relații de calcul
1	2
Instalații de forță:	
— motoare cu regim continuu (v. § 9.4.3)	$I_c = (1{,}6 \div 1{,}8)P_n$
— motoare cu regim foarte greu (v. § 9.4.3)	$I_c = 1{,}6P_4 + 0{,}65P_{n-4}$
— motoare cu regim greu (v. § 9.4.3)	$I_c = 1{,}6P_4 + 0{,}46P_{n-4}$
— motoare cu regim normal (v. § 9.4.3)	$I_c = 1{,}6P_4 + 0{,}33\,P_{n-4}$
— motoare regim intermitent (v. § 9.4.3):	
$DA = 25\%$	$I_c = 0{,}9P_3 + 0{,}26P_{n-3}$
$DA = 40\%$	$I_c = 1{,}13P_3 + 0{,}33P_{n-3}$
—agregate de sudură cu $DA = 60\%$:	
• motor-generator cu un post de lucru	$I_c = 1{,}35P_3 + 0{,}63P_{n-3}$
• idem, cu mai multe posturi de lucru	$I_c = 1{,}35P_3 + 0{,}91P_{n-3}$
• transformatoare (bifazate)	$I_c = 1{,}78S_3 + S_{n-3}$
• automat de sudare cu arc	$I_c = 1{,}33P_3 + 0{,}72P_{n-3}$
• mașini de sudat cap la cap	$I_c = 1{,}33P_3 + 0{,}87P_{n-3}$
• mașini de sudat continuu	$I_c = 1{,}33P_3 + P_{n-3}$
— cuptoare electrice:	
• cu rezistențe	$I_c = 1{,}3P_3 + 1{,}2\,P_{n-2}$
• cu băi de sare	$I_c = 1{,}3\,P_3 + 1{,}2\,P_{n-2}$
— redresoare pentru acoperiri metalice	$I_c = 1{,}85\,P_3 + 1\ 16\,P_{n-3}$

1	2
Instalații pentru iluminat electric:	
— hale industriale și iluminat exterior	$I_c = 1{,}78\ P_n$
— clădiri publice, tehnico-administrative	$I_c = 1{,}45\ P_n$
— locuințe și similare:	
• garsoniere (monofazat)	$I_c = 13{,}5$ A
• apartamente (monofazat)	$I_c = 27$ A
• blocuri (trifazat)	$I_c = 4{,}5\, k_s\,(n_g + 2n_a)$

Notă. Simboluri folosite: P_n, S_n —puterea nominală totală a categoriei de receptoare considerate, în kW, respectiv kVA; P_1, P_2, P_3, P_4, S_3 — puterea totală nominală a primelor 1, 2, 3, 4 receptoare cu cea mai mare putere nominală în categoria considerată, în kW, respectiv în kVA; $P_{n-1,2,3}$, S_{n-3} — puterea nominală totală a restului de receptoare din categoria considerată, în kW, respectiv kVA; k_s — coeficient de simultaneitate pentru un bloc cu n_g garsoniere și n_a apartamente, cu valorile:

Nr. abonați	2÷4	5÷9	10÷14	15÷20	20
k_s	1	0,79	0,63	0,53	0,5

Exemplul de calcul 9.4. Să se determine curentul de calcul pentru tabloul din exemplul 9.3, utilizînd metoda curenților pe categorii de receptoare.

Se calculează succesiv, păstrînd ordinea din tabel:

$$I_{c1} = 1{,}6 \cdot 26{,}5 + 0{,}3 \cdot 337{,}5 = 54{,}8\ \text{A}; \rightarrow P_3 = 26{,}5\ \text{kW}; P_{n\ 3} = 37{,}6\ \text{kW}$$

$$I_{c2} = 1{,}6 \cdot 62{,}4 = 99{,}8\ \text{A}; \rightarrow P_3 = 62{,}4\ \text{kW}$$

$$I_{c3} = 1{,}6 \cdot 8{,}00 = 12{,}8\ \text{A}; \rightarrow P_1 = P_2 = 8\ \text{kW}$$

$$I_{c4} = 1{,}78 \cdot 19{,}5 = 34{,}7\ \text{A}; \rightarrow S_n = S_1 = 19{,}5\ \text{kVA}$$

$$I_{c5} = 1{,}35 \cdot 14{,}0 = 18{,}9\ \text{A}; \rightarrow P_n = P_1 = 14\ \text{kW}$$

$$I_{c6} = 0{,}9 \cdot 6 = 5{,}4\ \text{A}; \quad \rightarrow P_n = P_1 = 6\ \text{kW}$$

$$I_{c7} = 1{,}3 \cdot 14 = 18{,}2\ \text{A}; \rightarrow P_n = P_1 = 14\ \text{kW}$$

$I_c = 0{,}95\ I_{cj} = 244{,}6$ A → diferență neglijabilă față de exemplul 9.4.

9.4.5. *Bilanțuri electroenergetice*

Obiect. În instalațiile existente: 1) determinarea pierderilor de energie; 2) stabilirea măsurilor tehnico-organizatorice pentru creșterea randamentului instalațiilor; 3) determinarea resurselor secundare neutilizate și reutilizarea lor; 4) stabilirea normelor de consumuri specifice.

În instalațiile noi: 1) alegerea schemelor optime de alimentare; 2) determinarea resurselor secundare și utilizarea lor; 3) preliminarea consumurilor specifice.

Categorii de bilanțuri electroenergetice. După consumator, pe: întreprindere; secție, atelier sau obiect energetic; instalație sau utilaj.

După conținut și mod de elaborare: *de proiect* (pe bază de calcule analitice, date din literatura de specialitate, situații analoage, documentația tehnică a utilajelor etc.); *real* (pe situații existente în scopul îmbunătățirii consumurilor energetice); *optim* (pentru reducerea la maximum a pierderilor constatate în bilanțul real prin diferite măsuri tehnologice și energetice); *normat* (pe baza bilanțului real și a planului de măsuri de economisire a energiei în vederea stabilirii normelor de consum).

După raportarea la care se referă: *orar* (poate fi înlocuit cînd este oportun cu bilanț *pe ciclu* sau *pe unitatea de produs*) și *anual* (la cerere și *zilnic* sau *lunar*).

Obligativitatea întocmirii bilanțurilor energetice. Se stabilește funcție de consumul anual de energie și anume:

Pentru cine se întocmește?		La ce perioade?	
Consumator	MWh/an	Consum anual	ani
Întreprindere	≥ 500	$> 50\,000$	2
Secție, atelier, obiect energetic	≥ 300	$15\,000 \div 50\,000$	3
Instalație, utilaj	≥ 250	$2000 \div 15\,000$	5

Ecuațiile generale ale bilanțului energetic:

$$W_i = W_e, \qquad (9.17)$$

unde: $W_i = \Sigma W_{it} + \Sigma W_{ig}$; $W_e = \Sigma W_{ui} + \Sigma W_{ue} + \Sigma W_p$. (9.18)

În aceste relații:

— W_i, W_e reprezintă energia totală intrată, respectiv ieșită în/din conturul obiectului bilanțului;

— Σ — suma cantităților de:

— W_{it} — energia electrică intrată în contur din exterior (absorbită din rețeaua de distribuție);

— W_{ig} — energia electrică echivalentă generată în interiorul conturului (în special la utilizarea energiei electrice în scopuri termice) prin căldura sensibilă a materiilor prime, a aerului intrat și a apei de răcire precum și prin reacții exoterme;

— W_{iu} — energie electrică folosită în interiorul conturului pentru realizarea produsului și anume:

- în acționări electrice (echivalentul lucrului mecanic la arborele motorului de acționare corespunzător diferenței dintre energia absorbită și cea pierdută în motor și mecanismul acționat);
- în convertizoare sau transformatoare de energie electrică (noua formă de energie electrică obținută);
- în receptoare electrotermice (energia electrică echivalentă cantității de căldură necesare pentru încălzirea, topirea, vaporizarea sau uscarea materialelor);
- în sudura electrică, tăierea anodo-mecanică, electroeroziune și similare (energia electrică măsurată la bornele electrozilor);
- în iluminatul electric (energia corespunzătoare fluxului luminos, determinată pe baza puterii nominale și randamentului lămpilor);
- în transportul energiei electrice (energia rămasă la locul de utilizare);

— W_{ue} — energie conținută în resurse energetice secundare livrată în exteriorul conturului pentru a fi folosită în alte scopuri bine definite;

— W_p — pierderile de energie în echipamentul electric al instalațiilor (mașini, aparate, conductoare etc.) sau în utilaje (datorită: imperfecțiunii construcției, stării existente necorespunzătoare, nerespectării regimului optim de producție și exploatare, încălzirii și răcirii în perioadele de încărcare-descărcare, rebuturilor etc.).

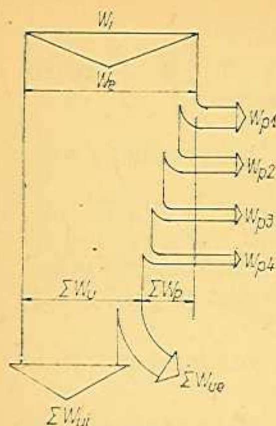


Fig. 9.3. Diagrama Sankey.

Grafic, ecuația bilanțului se exprimă prin diagrama Sankey (fig. 9.3).

Trecerea de la bilanțul orar, pe ciclu sau produs la bilanțul pe o perioadă calendaristică. Relația perioadei:

$$\tau = \Sigma\tau_s + \Sigma\tau_0 + \Sigma\tau_d + \Sigma\tau_f + \Sigma\tau_u, \tag{9.19}$$

în care componentele sînt sumele timpilor pentru: τ_s — funcționare în sarcină (productivă); τ_0 — funcționare în gol; τ_d — pornire din repaus pînă în faza de producție; τ_f — oprire din faza de producție pînă în repaus; τ_u — nefuncționare din alte cauze.

Ecuațiile de trecere:

$$W_{u\tau} = w_u(\Sigma\tau_s);$$
$$W_{p\tau} = w_p(\Sigma\tau_s) + w_0(\Sigma\tau_0) + w_d n_d + w_f n_f, \tag{9.20}$$

în care: w_u este energia utilă pe oră de funcționare la sarcina medie anuală; w_p, w_0 — pierderea orară în funcționarea productivă, respectiv în gol; w_d, w_f — consumul de energie la o pornire, respectiv la o oprire; n_d, n_f — numărul pornirilor, respectiv opririlor (în cazul în care energia nu este disipată integral în perioada de oprire, ultimii doi termeni se calculează de la caz la caz).

Indicatorii de eficiență ai bilanțului. În instalațiile de transformare: randamentul energetic brut, randamentul energetic net și consumul specific brut de energie, egali cu (v. simbolurile sus):

$$\eta_b = \frac{\Sigma W_{ue} + \Sigma W_{sa}}{\Sigma W_{it} + \Sigma W_{sa}}; \qquad \eta_u = \frac{\Sigma W_{ue}}{\Sigma W_{it}};$$
$$c = \frac{\Sigma W_{it}}{\Sigma W_{ue} + \Sigma W_{sa}} \tag{9.21}$$

În instalațiile de consum final: randamentul energetic global, randamentul energetic global intern, randamentul economic, randamentul economic intern și consumul specific de energie (simbolizarea de mai sus, în plus; V_p — volumul producției):

$$\eta_g = \frac{\Sigma W_{ui} + \Sigma W_{ue}}{W_i}; \quad \eta_{ec} = \frac{\Sigma W_{ui} + \Sigma W_{ue}}{\Sigma W_{it}};$$
$$\eta_{gi} = \frac{\Sigma W_{ui}}{W_i}; \quad \eta_{ec\,i} = \frac{\Sigma W_{ui}}{\Sigma W_{it}}; \quad c = \frac{W_i}{V_p}. \qquad (9.22)$$

Determinarea pierderilor electrice în instalațiile uzuale din întreprinderile industriale.

a. În liniile electrice: prin măsurători directe (numai în liniile radiale cu sarcini la capete) cu contoare obișnuite relația (9.23)] sau pe contoare de pierderi (9.24) sau prin măsurători indirecte și calcule (9.25), în kWh:

$$W_{pL} = W_1 - W_2 \text{ sau } W_{pL} = W_{11} - W_{12} + W_{21} - W_{22}, \qquad (9.23)$$

$$W_{pL} = kR_L A \cdot 10^3 \text{ sau } W_{pL} = kR_L (A_1 - A_2), \qquad (9.24)$$

$$W_{pL} = 3k_f I_{med} R_{eL} \tau_f \cdot 10^3 \qquad (9.25)$$

În aceste relații:

$$R_L = r_{L20} L[1 + \alpha(\theta_{ad} - 20) I^2_{mp}/I^2_{ad} + \alpha(\theta_a - 20)], \qquad (9.26)$$

$$k_f = \frac{I_{mp}}{I_{med}}; \quad I_{med} = \sum_{i=1}^{n} I_i/n; \quad I_{mp} = \sum_{i=1}^{n} I^2/n, \qquad (9.27)$$

$$R_{eL} \approx \frac{1}{6}\left(1 + \frac{1}{n}\right)\left(2 + \frac{1}{n}\right), \qquad (9.28)$$

$$R_{eL} \approx R_0 \left[1 + \frac{\sum_{i=1}^{n} (R^2_{ii})}{R_0 \left(\sum_{i=1}^{n} \beta_i\right)^2}\right], \text{ în care: } \beta = \frac{P_i}{P_0}, \qquad (9.29)$$

sau:

$$R_{eL} \approx R_0 \left[\frac{1 + \sum_{i=1}^{n} R_i}{n^2 R_0}\right], \text{ cînd } L_0 \gg \frac{\sum_{i=1}^{n} L_i}{n}. \qquad (9.30)$$

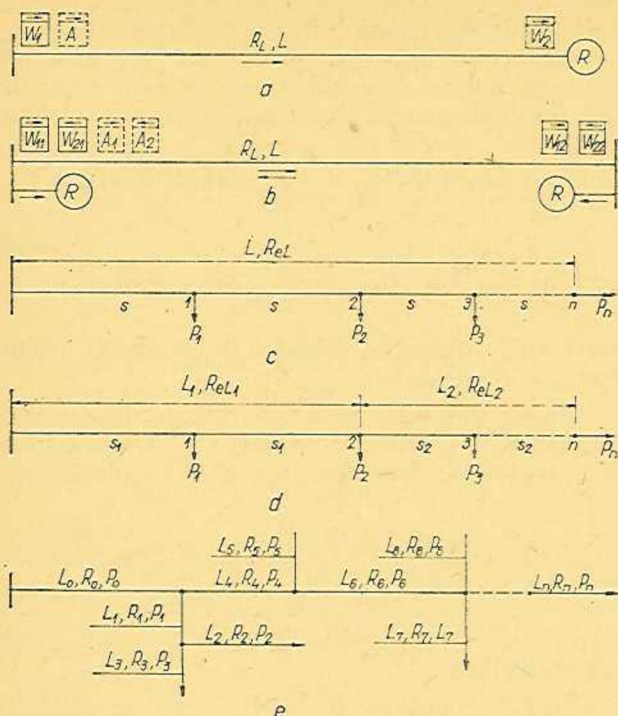


Fig. 9.4. Determinarea pierderilor de energie în liniile electrice: *a* — prin măsurare directă cu contor obișnuit (*W*) sau contor de pierderi $(A = \int i^2 dt)$, energia curgînd într-un singur sens; *b* — idem, în ambele sensuri; *c* — scheme de calcul al rezistenței echivalente, la linie radială de secțiuni constante cu sarcini variabile concentrate de-a lungul liniei; *d* — idem, cu secțiune variabilă; *e* — idem, pentru o linie complexă.

Semnificația simbolurilor în aceste relații este arătată în fig. 9.4, cu următoarele completări: k — coeficient de fază egal cu 1 în c.a. monofazat și cu 3 în c.a. trifazat; k_f — coeficientul de formă al curbei $i = f(t)$; I, I_{med}, I_{mp} — valoarea curentului respectiv momentan, mediu, mediu pătratic determinat la locul de consum, în kA; r_{L20} — rezistența specifică, în Ω/km; α — coeficient de temperatură (v. § 2.1.1); θ_{ad} — temperatura maximă admisă în conductor, în °C;

ϑ_a — temperatura aerului din jur, în °C; R — rezistențele electrice, în Ω; L — lungimea liniei, în km.

b. În *transformatoarele electrice de putere*, în kWh:

$$W_{pT} = p_0\tau_t + \beta^2 p_{sc}\tau_f + p_s\tau_s, \qquad (9.31)$$

în care; p_0, p_{sc}, p_s, — v. relația (9.15); τ_f, τ_t, τ_s — timp de funcționare respectiv total, în sarcină, al instalației de răcire forțată.

c. În *bobinele de reactanță*, în kWh:

$$W_{bB} = 3k_f I_{med}^2 R_B \tau_f \cdot 10^{-3}, \qquad (9.32)$$

în care: k_f — v. mai sus; I_{med} — curentul mediu, în A; R_B — rezistența pe fază a bobinei, în Ω; τ_f — timpul de funcționare, în h.

d. În *motoarele electrice cu regim de lucru practic uniform*, pentru timpul de funcționare τ_f, în kWh:

$$W_{pM} = W_{pCu} + W_{pFe} + W_{pmec}, \text{ în care:} \qquad (9.33)$$

— Pierderile în cuprul înfășirărilor W_{pCu} sînt date de relația

$$W_{pCu} = 3k_f I_{med}^2 R_e \tau_f \cdot 10^{-3}, \qquad (9.34)$$

unde: k_f, I_{med} — v. mai sus; R_e — rezistența echivalentă, în Ω, egală cu: rezistența indusului — în motoarele de c.c., rezistența statorului — în motoarele sincrone, suma rezistenței statorice r_1 și a celei rotorice reduse la stator r_2' — în motoarele asincrone, adică

$$R_{eas} = r_1 + r_2' = r_1 + r_2(0{,}98U_1/U_{21})^2, \qquad (9.35)$$

U_1 și U_{21} fiind tensiunea între fazele statorului, respectiv între inelele rotorului (rezistențele se determină prin măsurători sau din cataloage);

— Pierderile în fier W_{pFe} sînt deduse:

- pentru motoarele asincrone cu inele colectoare, cu relația:

$$W_{pFe} = (P_{rd} - 3i_{1d}^2 r_1)\,\tau_f \cdot 10^{-3} \qquad (9.36)$$

în care: P_{rd} — puterea absorbită de motor cu circuitul rotoric deschis, în W; i_{1d} — curentul statoric în aceleași condiții, în A;

• pentru restul motoarelor de c.a., se determină împreună cu pierderile mecanice, fiind greu de separat:

$$W_{pFe} + W_{pmec} = (P_0 - 3i_0^2 r_1)\,\tau_f \cdot 10^{-3}, \qquad (9.37)$$

în care: P_0, i_0 sînt puterea, în W, respectiv curentul, în A, de mers în gol;

• pentru motoarele de c.c., fiind foarte mici, se consideră nule;

— Pierderile mecanice W_{pmec} se deduc:

• pentru motoarele asincrone cu inele colectoare, cu relația:

$$W_{pmec} = [P_0 - (P_{rd} - 3i_{1d}^2 r_1) - 3i_0^2 R_{cas}]\tau_f, \qquad (9.38)$$

(simbolurile au aceeași semnificație ca în ultimele două relații);

• pentru restul motoarelor de c.a., v. relația (9.37);

• pentru motoarele de c.c., cu relația (9.37).

În motoarele cu regim de lucru variabil (repetate porniri, opriri, inversări de sens, turații variabile), se determină global:

$$W_{pM} = w_p(n_p + n_{fm} + n_{fi} + 4n_{is}), \qquad (9.39)$$

în care: n_r, n_{fm}, n_{fi}, n_{is} — numărul de porniri, respectiv frînări mecanice, frînări prin inversare de sens, cicluri de inversare de sens în perioada considerată τ; w_p — pierderea pe un ciclu de pornire dată de:

$$w_p = \frac{10^{-6}}{2620} kGD^2 n_0, \text{ unde: } GD^2 = 365\,\frac{W_{pmec}}{a_0 n_0}. \qquad (9.40)$$

k fiind un coeficient egal cu: 1 — pentru motoarele de c.c. derivație, 2 — pentru motoarele asincrone cu rotorul în scurtcircuit sau sincrone pornite în asincron, $1 + r_1/r_2'$ — pentru restul motoarelor asincrone; GD^2 — momentul de girație al ansamblului motor — mecanism antrenat, în kgf.m²; W_{pmec} — v. mai sus; a_0 — accelerația de frînare în primul moment după oprire, determinată prin metoda lansării; n_0 — viteza de rotație în gol.

e. În *transformatoarele de sudură*, în kWh, cu relația:

$$W_{pTS} = p_n(100 + DA)\,\tau_f/200, \text{ unde: } p_n = S_n \cos\varphi_n(1 - \eta), \qquad (9.41)$$

în care: p_n — pierderile medii pe ciclu de funcționare, în kW; DA — durata de sudare într-un ciclu, în %; S_n — puterea nominală a transformatorului, în kVA; $\cos\varphi_n$ — factorul de putere la sarcina nominală; η — randamentul.

f. Pentru *bilanțurile electroenergetice generale de proiect*, cînd nu se dispun de datele de mai sus, pierderile neproductive de energie pe categorii de receptoare, pot fi aproximate cu precizie acceptabilă cu relațiile:

$$W_p = (1 - \eta)W, \text{ unde } W = k_w P_i \tau_f, \tag{9.42}$$

în care: W — energia consumată, în kWh; τ_f — perioada la care se raportează bilanțul, în h; k_w — coeficientul de consum (v. § 9.4.3); P_i — puterea instalată (v. § 9.4.3), în kW; η_{med} — randamentul mediu cu valorile [k'_c — v. § 9.4.3 — relația (9.16)]:

k'_c	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,75	1
η_{med}	0,4	0,6	0,7	0,75	0,8	0,82	0,85

Conținutul-cadru al bilanțului electroenergetic. Pentru situațiile existente (bilanțurile reale, normate și optime):

a. Descrierea instalațiilor și proceselor tehnologice și întocmirea schemelor fluxului tehnologic de materiale și fluxului energetic;

b. Pe baza acestor scheme, alegerea obiectelor pentru bilanț, a timpului și conținutului acestuia;

c. Stabilirea sarcinilor de producție la care se fac măsurătorile (în general, la sarcină nominală, maximă, minimă și medie anuală; cînd nu-i posibil, pentru cel puțin trei valori în limitele normale de variație), a modului de determinare a mărimilor de bilanț (prin măsurători, date statistice sau din literatura de specialitate, calcule), a punctelor și metodelor de măsură cu dotările corespunzătoare, a duratei perioadei de măsurare și frecvenței măsurătorilor;

d. Întocmirea tabelelor de măsurători (care vor fi anexe la bilanț);

e. Stabilirea ecuațiilor bilanțului și componentelor lui (energiile utile și pierderile de energie) și calculul lor (concretizat prin diagrama Sankey) și al indicatorilor de eficiență;

f. Analiza componentelor bilanțului real, comparîndu-le cu altele similare la nivel avansat în special pe plan mondial;

g. Stabilirea măsurilor tehnico-organizatorice pentru reducerea la maximum a pierderilor și realizarea resurselor secundare neglijate, precum și etapizarea aplicării eficiente a acestor măsuri;

h. Pe baza rezultatelor obținute prin aplicarea acestor măsuri, întocmirea bilanțurilor normate (inclusiv determinarea consumurilor specifice corespunzătoate) și apoi a bilanțului optim.

Exemplul de calcul 9.5. Bilanțul electroenergetic de proiect al atelierului din exemplul 9.3, cunoscînd că pentru receptoare nu se dispune decît de datele din tabelul respectiv, completate cu cele din tabelul de mai jos — coloanele 4 și 5, și că volumul producției marfă anuale este de 150 000 000 lei.

Se calculează consumurile anuale de energie pe categorii de receptoare (coloana 6), conform § 9.4.2 și se determină pierderile neproductive (în care sînt înglobate și cele din rețelele aferente) — coloanele 7 și 8, cu ajutorul relației (9.42), după care se întocmește diagrama Sankey simplificată (fig. 9.3, *b*).

Categorii de receptoare	P_i kW	k'_c	k_w	τ_f h/an	W_i kWh/an	η_g %	W_p kWh/an
Mașini reg. normal	64,1	0,40	0,13	4630	38 581,8	0,75	9645,4
Mașini reg. greu	62,4	0,85	0,16	4630	46 225,9	0,84	7396,1
Ventilatoare	8,0	0,70	0,50	2325	9300,0	0,82	1674 0
Transf. sudură	8,2	0,85	0,09	2325	1715,9	0,85	254,4
Convertizor sud.	10,8	0,85	0,12	2325	3013,2	0,85	452,0
Grindă rulantă	3,0	0,85	0,05	4635	694,5	0,85	104,2
Cuptor electric	14,0	0,85	0,35	2325	11 392,5	0,85	1708,9
Baie cromare	6,0	0,85	0,40	2325	5580,0	0,85	837,0
Iluminat	3,0	0,85	0,75	1800	4050,0	0,25	3037,5
Total	179,5				120 553,8	0,78	25 112,5

Energia consumată în mod util

$$W_u = 120\,553{,}8 - 25\,112{,}5 = 95\,441{,}3 \quad \text{kWh/an}.$$

Consumul specific de energie [relația (9.22)]:

$$c = 120\,553{,}8/150 = 803{,}692 \ \text{kWh}/10^6 \ \text{lei PM}.$$

O îmbunătățire a randamentului instalației se poate obține printr-o mai bună încărcare a mașinilor cu regim normal, ceea ce ar permite reducerea mașinilor de același tip, prin înlocuirea ventilației forțate cu ventilație naturală și printr-o atentă programare și încărcare a receptoarelor termice.

9.5. Defecte și regimuri anormale principale în funcționarea rețelelor electrice

5.2.1. *Scurtcircuitul. Puerea la pămînt. Suprasarcina*

Scurtcircuitul. Scurtcircuitul se datorează străpungerii sau conturnării izolației și este cel mai grav defect, deoarece valoarea mare pe care o ia curentul de scurtcircuit provoacă: 1) creșterea căderii de tensiune în generatoare și impedanțele parcurse, deci scăderea generală a tensiunii (chiar pînă la anularea la locul defectului), periclitînd atît funcționarea în paralel a centralelor electrice cît și alimentarea consumatorilor (cei din aval de locul scurtcircuitului pot rămîne nealimentați); 2) deteriorarea instalațiilor afectate prin efectele sale dinamice și termice.

Cazurile posibile de scurtcircuit sînt arătate în fig. 9.5, *a*—*e*. În instalațiile de joasă tensiune se consideră în calcule numai cazurile *a*, *b* și *d* (v. § 9.5.2).

Punerea la pămînt. Se datorează tot deteriorării izolației și constă în apariția unei legături accidentale de rezistență nulă (fig. 9,5, *f*) sau finită (fig. 9.5, *g*) între pămînt și una sau două faze ale rețelei, care nu are alt punct al ei în legătură netă cu pămîntul.

În rețelele cu neutrul izolat, punerea la pămînt a unei faze nu constituie un defect în sine periculos, neproducînd perturbări importante în funcționare (poate duce totuși la încărcarea nesimetrică a generatoarelor, care, fiind capacitivă, provoacă ridicări de tensiune uneori periculoase; de asemenea, curentul care circulă prin pămînt poate perturba funcționarea liniilor electrice vecine, în special a celor de telecomunicații). Prelungită însă, punerea la pămînt poate degenera în scurtcircuit prin solicitarea izolației de către tensiunea fazelor sănătoase, care crește de $\sqrt{3}$ ori, în timp ce faza defectă ia potențialul pămîntului; supratensionarea rețelei poate duce la a doua punere la pămînt, echivalentă cu un scurtcircuit bifazat prin rezistență (fig. 9.1, *e*).

Ca urmare se iau măsuri de reducere a curenților de punere la pămînt pînă la cîțiva amperi, prin compensarea

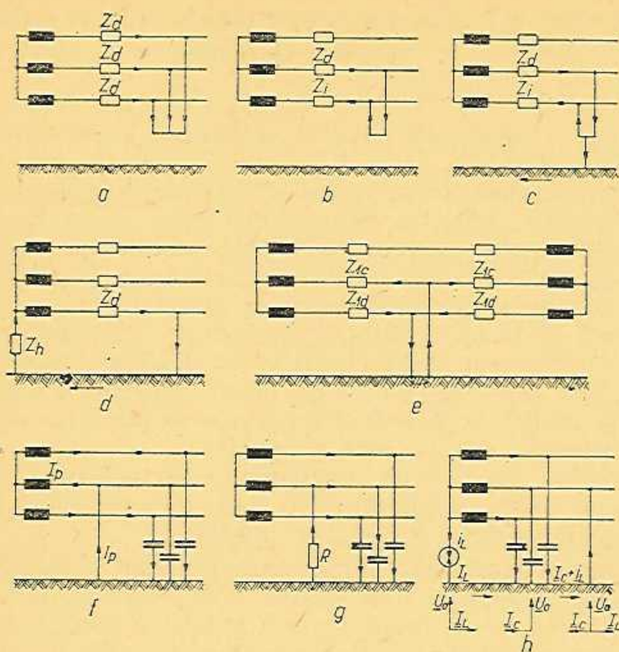


Fig. 9.5. Scheme de scurtcircuite și puneri la pămînt:

a — scurtcircuit trifazat (simetric); *b* — scurtcircuit bifazat fără punere la pămînt; *c*—idem, cu punere la pămînt; *d*—scurtcircuit monofazat; *e*—dubla punere la pămînt; *f* — punere netă la pămînt în rețele izolate; *g* — punere la pămînt prin arc în rețele izolate; *h* — punere la pămînt în rețele compensate.

rețelelor cu neutrul izolat prin bobine de stingere (fig. (fig. 9.1, *h*).

Suprasarcina. Este un regim anormal de funcționare, care constă în creșterea curentului peste valoarea normală ca urmare fie a creșterii anormale a sarcinii, fie a scăderii anormale a puterii surselor.

În funcționarea de durată, suprasarcina: 1) solicită termic instalațiile, contribuind la uzura lor și deci la apariția defectelor; 2) produce scăderi ale tensiunii și deci creșterea curenților absorbiți de receptoare, ceea ce provoacă o nouă scădere de tensiune ș.a.m.d., ducînd la avalanșa de tensiune, cu pericolul ieșirii din sincronism și declanșării surselor generatoare.

Curenţii de scurtcircuit. Pentru dimensionarea, verificarea şi reglajul protecţiei instalaţiilor electrice, pentru cazurile din fig. 9.5, *a—e*, simbolizate în relaţiile de jos cu indicii *a* — 3, *b* — 2, *c* — 2*p*, *d* — 1, *e* — *pp*, se calculează:

• I''_k — componenta periodică a curentului de scurtcircuit iniţial (cazul *e* — I''_{pp} — se calculează funcţie de schemă):

$$I''_{k3} = \frac{cU_n}{\sqrt{3}\,|\underline{Z}_d|}; \quad I''_{k2} = \frac{cU_n}{|\underline{Z}_d + \underline{Z}_i|};$$
$$I''_{k2p} = \frac{cU_n}{\left|\underline{Z}_d + \dfrac{\underline{Z}_i \underline{Z}_h}{\underline{Z}_i + \underline{Z}_h}\right|}; \quad I''_{k1} = \frac{\sqrt{3}cU_n}{|\underline{Z}_d + \underline{Z}_i + \underline{Z}_h|}, \tag{9.43}$$

unde: *c* este coeficient de diferenţă între tensiunea aplicată anterior scurtcircuitului la locul defectului şi tensiunea nominală, egal cu 1,1 în reţelele de 6 ... 110 kV şi cu 1,05 (cînd $Z \approx R$) sau cu 0,95 (cînd $Z = \sqrt{R^2 + X^2}$) în reţelele sub 1 kV; $Z_{d,i,h}$ — impedanţa directă, inversă, homopolară (v. calculul elementelor de reţea mai jos);

• I_a — curentul de declanşare (nu se consideră pentru cazul c):

$$I_{a3} = k' I_G; \quad I_{a2} = k' I_G; \quad I_{a1} = I''_{k1};$$
$$I_{app} = I''_{kpp}, \tag{9.44}$$

unde: *k'* este multiplul curentului nominal al generatoarelor din reţea I_G care alimentează curentul de scurtcircuit, determinat din diagrama *a* — fig. 9.6; cînd nu se cunoaşte I_G şi în reţelele de JT se consideră $I_a = I''_k$;

• I_k — curentul permanent de scurtcircuit (nu se consideră pentru cazul c):

$$I_{k3} = k_\infty I_G; \quad I_{k2} = \sqrt{3}\, k_\infty I_G;$$
$$I_{k1} = I''_{k1}; \quad I_{kpp} = I''_{kpp}, \tag{9.45}$$

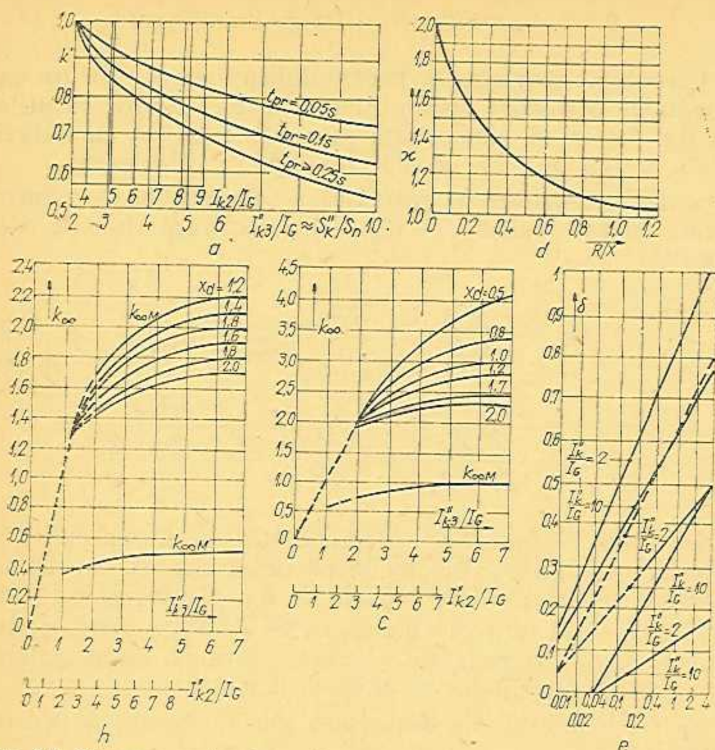


Fig. 9.6. Diagrame pentru determinarea coeficienților de calcul ai curenților de scurtcircuit [v. relațiile (9.44 ... 9.46, 9.48)].

unde k_∞ se determină din diagramele *b*, *c* — fig. 9.6; în rețele de joasă tensiune sau cînd nu se cunoaște I_G (caz obișnuit în calcule la consumatori), se consideră $I_k = I''_k$;

• $i_ș$ — curentul de scurtcircuit de șoc (nu se consideră pentru cazul c):

$$i_{ș3} = \varkappa \sqrt{2}\, I''_{k3}; \quad i_{ș2} = \varkappa \sqrt{2}\, I''_{k2};$$
$$i_{ș1} = \varkappa \sqrt{2}\, I''_{k1}; \quad i_{ șpp} = \varkappa \sqrt{2}\, I''_{pp}, \tag{9.46}$$

unde $\varkappa$ se determină din diagrama *d* — fig. 9.6, în funcție de raportul R/X;

• I_m — curentul echivalent termic de 1 s al curentului de scurtcircuit (se calculează numai la verificarea la solicitările termice de scurtcircuit ale echipamentelor):

$$I_m = I''_k\sqrt{(m+n)t/1} \text{ (c.a.)}; \quad I_m = I_k\sqrt{t/1} \text{ (c.c.)}, \qquad (9.47)$$

unde coeficienții m și n se determină din diagrama e — fig. 9.7, a (primul ține seama de aportul componentei aperiodice a curentului de scurtcircuit; al doilea, de variația în timp a componentei periodice), iar t — durata defectului, în s, dat de reglajul protecției și funcționarea aparatelor.

Notă. În calcule expeditive, curenții I''_{k3} și $i_{ș2}$ se pot determina cu aproximație convenabilă din diagrama dată în fig. 9.7, b.

Aportul motoarelor de MT la scurtcircuit. Motoarele și compensatoarele sincrone se consideră în calculul curenților I''_k, I_a, I_k, ca și generatoarele.

Motoarele asincrone se consideră că-și aduc aportul la bara MT la care sînt racordate direct la valoarea curenților de scurtcircuit: pentru I''_k și $i_ș$ — totdeauna; pentru I_a — numai cînd timpul total de eliminarea defectului este sub 0,15 s; relații de calcul:

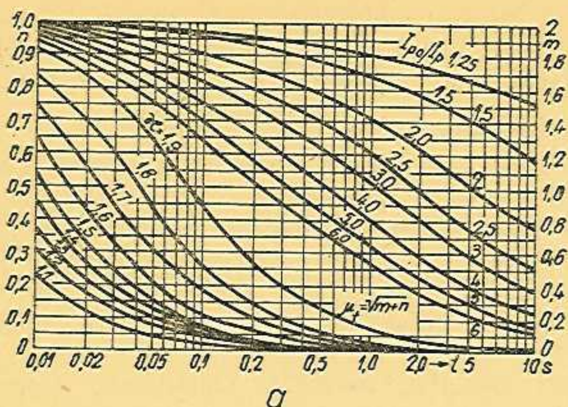
$$I''_{kM} = \frac{c\,U_n}{\sqrt{3}X_M}; \quad \begin{matrix} I_{aM} = \delta I''_{kM}; \\ i_{șM} = \varkappa\sqrt{2}\,I''_{kM} \end{matrix} \qquad (9.48)$$

unde: $X_M = U_n/\sqrt{3}\,k_p I_n$ reactanța inductivă a motorului, în Ω; I_n — curentul nominal al motorului, în A; K_p raportul I_p/I_n, I_p fiind curentul de pornire (cînd se cunoaște I_p, $I''_{kM} = c\cdot I_p$); $\varkappa = 1{,}65$ pentru $P_{nM}/p < 1$ MW sau $\varkappa = 1{,}75$ pentru $P_{nM} > 1$ MW, p fiind numărul de perechi de poli; δ — se determină din diagrama fig. 9.6, d.

Aportul motoarelor asincrone la scurtcircuit la barele la care sînt racordate prin trafo se consideră numai dacă:

$$\frac{\Sigma S_M}{S_T} \leqslant \frac{a\,X_M}{\dfrac{100(1-a)\,S_T}{S_k} - aU_{kT}}, \qquad (9.49)$$

unde: ΣS_M este suma puterilor motoarelor racordate la bara considerată, în MVA; S_T — puterea transformatorului prin care sînt racordate, în MVA; S_k — puterea de scurtcircuit pe bara de tensiune superioară fără aportul motoare-



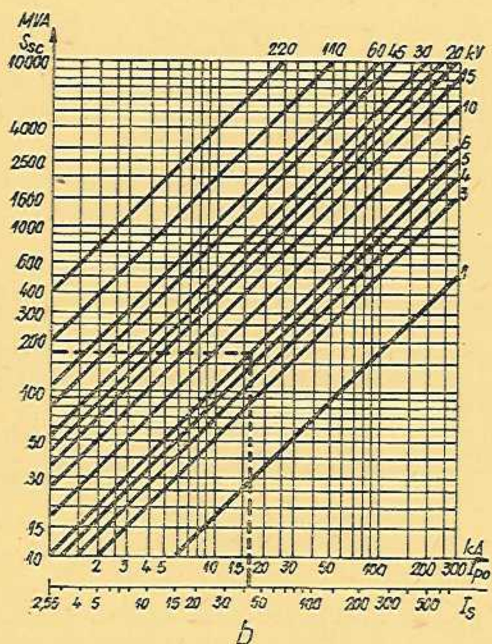


Fig. 9.7. Diagrame pentru calculul curenților de scurtcircuit:
a — v. relația (9.47); *b* — determinarea curenților de scurtcircuit funcție de puterea de scurtcircuit.

lor, în MVA; X_M — reactanța supratranzitorie a motoarelor, în %; U_{kT} — tensiunea de scurtcircuit a transformatorului de racord al motorului, în %; a — abaterea admisă din aportul sistemului, în % (la tensiunea de 110 kV se recomandă $a = 10\%$).

Aportul motoarelor de JT la scurtcircuit. Motoarele sincrone se consideră în calculul curenților I''_k și I_a, modelate prin reactanța lor supratranzitorie X''_d și tranzitorie X'_d.

Motoarele asincrone se consideră în calculul curenților I''_k, I_a și $i_ș$ numai la bara de JT la care sînt racordate și numai dacă:

$$I_n = 0{,}01\, I''_k, \qquad (9.50)$$

I''_k fiind calculat fără aportul motoarelor, iar I_n fiind suma curenților nominali ai motoarelor asincrone racordate.

Cînd la aceeași bară sînt racordate mai multe motoare asincrone, se consideră un motor echivalent de reactanță (neglijînd legăturile, iar $k_p = 6$ cînd nu se cunoaște):

$$X_M = U_n / k_p\sqrt{3}\, I_n. \qquad (9.51)$$

Relațiile de calcul al aportului motoarelor asincrone (păstrînd simbolizarea de mai sus):

— în scurtcircuit trifazat:

$$I''_{kM3} = U_n/\sqrt{3}X_M; \quad I_{aM3} = I''_{kM3};$$
$$i_{șM3} = \varkappa_M\sqrt{2}\, I''_{kM3}; \qquad (9.51)$$

— în scurtcircuit bifazat:

$$I''_{kM2} = \sqrt{3}\, I''_{kM3}/2; \quad I_{aM2} = I''_{kM2}; \quad I_{șM2} = I''_{kM2}. \qquad (9.52)$$

Relațiile de calcul al impedanțelor elementelor de rețea

Elementul de rețea	Relațiile de calcul
1	2
În rețelele de și mai mari de 1 kV	
Generatoare, compensatoare și motoare sincrone	$X = \frac{X\%}{100}\frac{U_n}{S_G}$; X – reactanța mașinii considerate
Motoare asincrone	$X = U_n/k_p\sqrt{3}I_n$; $k_p = I_p/I_n$

1	2
Transformatoare	$X = (U_k\%/100)\,(U_n^2/\sqrt{3}\,I_n)$ U_k – tensiunea de scurtcircuit
LEA și LES	$Z = (r + jX).l$; l – lungimea liniei
Bobine de reactanță	$X = (\varepsilon\%/100)\,(U_n/\sqrt{3}\,I_n)$; ε – reactanța relativă
Rețeaua de alimentare (pînă în punctul k de scurtcircuit)	$X_k = \dfrac{U_{nk}^2}{S_k''}$ Se utilizează cînd nu se cunosc alte date, caz obișnuit la consumatori. Cînd nu se cunoaște nici S_k'', se ia $S_k'' = \infty$, deci $X_k = 0$
Sarcina	$Z = U_n^2/(P - jQ) = U_n^2(P + jQ)/S^2$
	În rețelele sub 1 kV
Rețea	$R_d = 0,1X_d$; $X_d = cU^2/S_k''$; $R_h = R_d$; $X_h = (1 \div 1,5)X_d$
Transformator (ΔP_k – pierderile în scurtcircuit, în %)	$R_d = \dfrac{\Delta P_k U_n^2}{S_n}\,10^6$; $Z_d = \dfrac{U_k\%\,U_n^2}{S_n}\,10^4$; $X_d = \sqrt{Z^2 - R^2}$; $R_h = R_d$; $X_h = 0,8X_d$ – conexiuni ΔY; $R_h = 0,5\,R_d$; $X_h = 0,1X_d$ – conexiuni YZ sau ΔZ
Bobină de reactanță	$R_d = 0$; $X_d = (\varepsilon\%/100)\,(U_n/\sqrt{3}\,I_n)$; $R_h = 0$; $X_h = X_d$
Cablu	$R_d = r_0 l$; $X_d = x_0 l$; $R_h = 4R_d$; $X_h = 3,8X_d$
Linie aeriană	$R_d = r_0 l$; $X_d = x_0 l$; $R_h = 2R_d$; $X_h = 3X_d$
Bare	$R_r = r_0 l$; $X_d = x_0 l$; $R_h = 2R_d$; $R_h = 4X_d$
Motor asincron	$X_M = U_n/(k_p\sqrt{3}I_n)$ – k_p – vezi sus.

În cazul în care rețeaua considerată are mai multe trepte de tensiune U_i, cărora le corespund impedanțele Z_i, toate impedanțele se raportează la o tensiune de referință

aleasă U_r (preferabil tensiunea nominală la locul defectului), în care caz Z_i raportat și I_i real se determină cu relațiile:

$$Z_r = Z_i\left(\frac{U_r}{U_i}\right)^2; \quad I_i = I_r\left(\frac{U_r}{U_i}\right)^2. \qquad (9.53)$$

Precizări. Calculul de scurtcircuit poate fi:

— Complet, cînd se cunosc atît impedanțele complete ale tuturor elementelor de rețea, inclusiv rezistențele de contact în JT, cît și tensiunile din nodurile rețelei înainte de apariția defectului; se efectuează numai în cazuri speciale (verificări de instalații existente pentru noi situații, unele reglaje de protecție);

— Simplificat, cînd se neglijează impedanțele de contact și ale bobinelor aparatelor de conectare și măsură, precum și sarcinile din noduri, iar tensiunea din toate nodurile rețelei se consideră aceeași; se efectuează în calcule de dimensionare a instalațiilor, de reglaj curent a protecțiilor și de influență asupra liniilor Tc.

Exemplul de calcul 9.6. Să se calculeze curenții de scurtcircuit trifazat în punctele *k1* ... *k4* din schema din fig. 9.8, care cuprinde datele necesare pentru calculul elementelor de rețea.

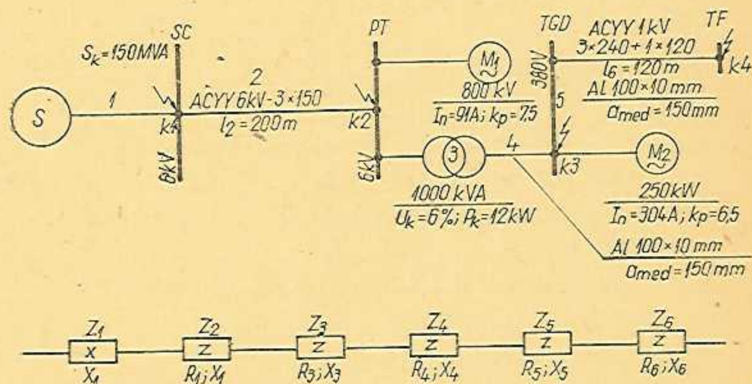


Fig. 9.8. Schema de calcul a curenților de scurtcircuit în exemplul 9.6.

În punctul $k1$ – barele stației de primire:

$Z_{k1} = Z_1 = X_1 = 6^2/150 = 0{,}24\ \Omega; \quad R_{k1}/X_{k1} = 0 \rightarrow \varkappa = 2$

$I''_{k1} = 1{,}1 \cdot 6/(1{,}73 \cdot 0{,}24) = 15{,}896$ kA;

$I_{a1} = I_{k1} = I''_{k1} = 15{,}896$ kA

$i_{ş1} = 2\sqrt{2} \cdot 15{,}896 = 40{,}465$ kA

În punctul $k2$ – barele de 6 kV ale postului trafo:
– aportul sistemului,

$R_{k2} = P_2 = 0{,}155 \cdot 0{,}2 = 0{,}031\ \Omega; \quad X_1 = 0{,}088 \cdot 0{,}2 = 0{,}018\ \Omega$

$X_{k2} = 0{,}24 + 0{,}018 = 0{,}258\ \Omega; \quad R_{k2}/X_{k2} = 0{,}258 \rightarrow \varkappa = 1{,}7$

$Z_{k2} = \sqrt{0{,}031^2 + 0{,}258^2} = 0{,}26\ \Omega.$

$I''_{k2s} = 1{,}1 \cdot 6/(1{,}73 \cdot 0{,}26) = 14{,}673\ \text{kA} = I_{a2s} = I_{k2s}$

$i_{ş2s} = 1{,}7 \cdot \sqrt{2} \cdot 14{,}673 = 35{,}171$ kA

– aportul motorului asincron $M1$, ($t_{pr} = 0{,}1$ s)

$X_{M1} = 6000/(7{,}5 \cdot 1{,}73 \cdot 91) = 5{,}082\ \Omega$

$I''_{kM1} = 1{,}1 \cdot 6/(1{,}73 \cdot 5{,}082) = 0{,}751$ kA

$I_{aM1} = 0; \quad t_{pr} \approx 0{,}15\ \text{s}; \quad I_{kM2} = 0$

$i_{şM2} = 1{,}65 \cdot 1{,}41 \cdot 0{,}751 = 1{,}752$ kA

– curentul total de scurtcircuit,

$I''_{k2} = 14{,}673 + 0{,}751 = 15{,}424$ kA

$I_{a2} = I_{k2} = 14{,}673\ \text{kA}; \quad i_{ş2} = 35{,}171 + 1{,}752 = 36{,}923$ kA

În punctul $k3$ – barele colectoare de JT;
– aportul sistemului,

$R'_{k2} = 0{,}031 \cdot 0{,}38^2/6^2 = 0{,}124 \cdot 10^{-3}\ \Omega$

$R_3 = 12 \cdot 0{,}38^2 \cdot 10^6/1000^2 = 1{,}733 \cdot 10^{-3}\ \Omega$

$R_4 = 0{,}035 \cdot 12 \cdot 10^{-3} = 0{,}42 \cdot 10^{-3}\ \Omega$

$R_{k3} = (0{,}124 + 1{,}733 + 0{,}42) \cdot 10^{-3} = 2{,}277 \cdot 10^{-3}\ \Omega$

$X'_{k2} = 0{,}258 \cdot 0{,}38^2/6^2 = 1{,}035 \cdot 10^{-3}\ \Omega$

$X_3 = \sqrt{(6 \cdot 0{,}38^2 \cdot 10^4/1000)^2 - 1{,}733^2} = 8{,}49 \cdot 10^{-3}\ \Omega$

$X_4 = 0{,}113 \cdot 12 \cdot 10^{-3} = 1{,}356 \cdot 10^{-3}\ \Omega$

$X_{k3} = (1{,}035 + 8{,}49 + 1{,}356) \cdot 10^{-3} = 10{,}881 \cdot 10^{-3}\ \Omega$

$Z_{k3} = \sqrt{(2{,}277^2 + 10{,}881^2) \cdot 10^{-6}} = 11{,}117 \cdot 10^{-3}\ \Omega$

$R_{k3}/X_{k3} = 2{,}277/10{,}881 = 0{,}21 \rightarrow \varkappa = 1{,}5$

$I''_{k3s} = 20{,}746\ \text{kA}; \quad I_{a3s} = I_{k3s} = I''_{k3s} = 20{,}746$ kA

— aportul motorului $M2$,

$$X_{M_2} = 380/6,5 \cdot 1,73 \cdot 304 = 0,111\ \Omega$$

$$I''_{k3M_2} = 0,38/1,73 \cdot 0,111 = 1,979\ \text{kA} = I_{a3M_2}$$

$$i_{\S 3M_2} = 1,65 \cdot 1,41 \cdot 1,979 = 4,604\ \text{kA}$$

— curentul total de scurtcircuit,

$$I''_{k3} = 22,725\ \text{kA};\ I_{a3} = 22,725\ \text{kA};\ I_{k3} = 20,746\ \text{kA}$$

$$i_{\S 3} = 48,482\ \text{kA}.$$

În punctul $k4$ – barele tabloului de distribuție TF ($l_4 = 12$ m; $l_5 = 5$ m):

$$R_5 = 0,035 \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 0,175 \cdot 10^{-3}\ \Omega$$

$$R_6 = 0,119 \cdot 120 \cdot 10^{-3} = 14,28 \cdot 10^{-3}\ \Omega$$

$$R_{k4} = (2,277 + 0,175 + 14,28) \cdot 10^{-3} = 16,732 \cdot 10^{-3}\ \Omega$$

$$X_5 = 0,113 \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 0,565 \cdot 10^{-3}\ \Omega$$

$$X_6 = 0,076 \cdot 120 \cdot 10^{-3} = 9,12 \cdot 10^{-3}\ \Omega$$

$$X_{k4} = (10,881 + 0,565 + 9,12) \cdot 10^{-3} = 20,566 \cdot 10^{-3}\ \Omega$$

$$Z_{k4} = \sqrt{(16,732^2 + 20,566^2) \cdot 10^{-6}} = 26,51 \cdot 10^{-3}\ \Omega$$

$$R_{k4}/X_{k4} = 16,732/20,566 = 0,81 \rightarrow \varkappa = 1,1$$

$$I''_{k4} = 8,68\ \text{kA};\ I_{a4} = I_{k4} = 8,68\ \text{kA};$$

$$i_{\S 4} = 1,1 \cdot 1,41 \cdot 8 \cdot 68 = 13,462\ \text{kA}$$

Curenții echivalenți termici de 1 s se calculează numai pentru punctele $k2$ și $k3$, unde urmează să se dimensioneze instalația și pentru care $t_{pr2} = 0,5$s și $t_{pr3} = 0,2$ s:

$$I_{m2}'' = 1,2 \cdot 15,424 = 18,509\ \text{kA} \rightarrow \sqrt{(0,9 + 1,98)0,5} = 1,2$$

$$I_{m3}'' = 0,71 \cdot 20,746 = 14,73\ \text{kA} \rightarrow \sqrt{(0,6 + 1,95)\ 0,2} = 0,71$$

10. INSTALAȚII DE CONEXIUNI ȘI TRANSFORMARE

10.1. Categorii de instalații și compunerea lor

Categorii de instalații. După destinație:

• Instalații de conexiuni: *stații de conexiuni* primesc și distribuie energia electrică la aceeași tensiune — mai mare de 1 kV — și la aceeași frecvență) și *puncte de alimentare* (stații de conexiuni din care se alimentează posturi de transformare);

• Instalațiii de transformare (transformă energia electrică de la o tensiune la altă tensiune): *stații de transformare* (IT/MT sau MT/IT) și *posturi de transformare* (MT/JT).

După amplasare:

• Instalații exterioare, adoptate cu precădere (au echipamentele montate în exterior);

• Instalații interioare, adoptate numai justificate tehnico-economic și în condițiile § 10.2.1: în clădiri independente anume destinate (se adoptă în cazuri excepționale), în încăperi alipite sau înglobate la clădiri cu altă destinație principală (cazuri frecvente în special pentru instalații de conexiuni și distribuție) și liber instalate în hale industriale (cazuri frecvente în halele de mare suprafață, unde mediul permite);

• Instalații combinate: obișnuit se montează în exterior conexiunile de IT și transformatoarele și în interior conexiunile de MT și distribuția pe JT.

Exemple de instalații de conexiuni și transformare la consumator se dau în fig. 10.1—10.4.

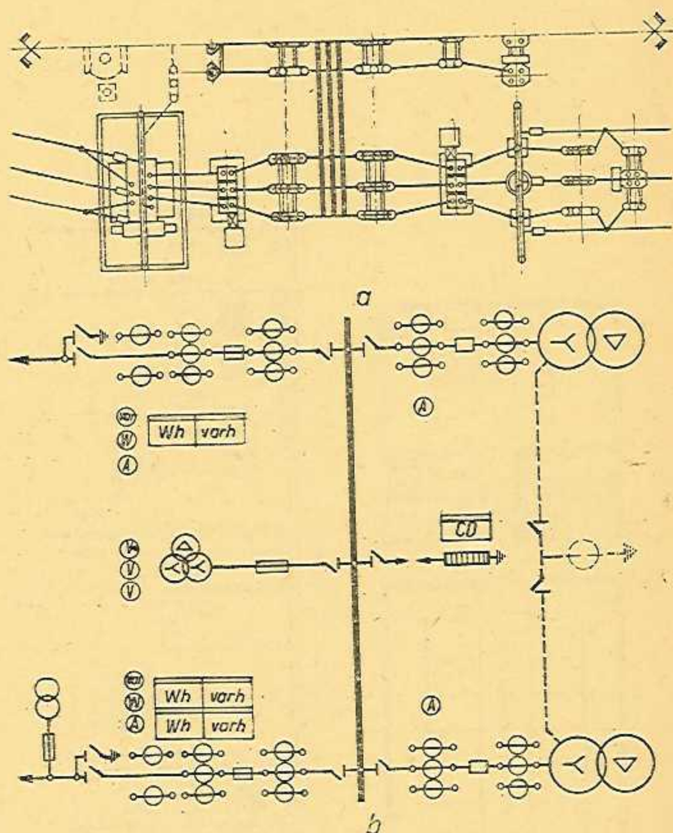


Fig. 10.1. Exemplu de stație electrică de transformare exterioară:
a — planul instalației; *b* — schema electrică monofilară.

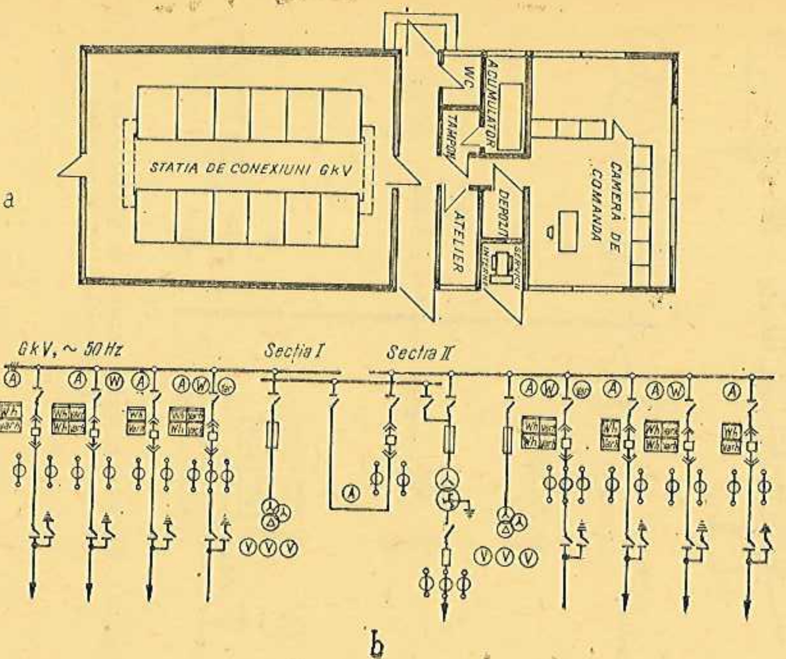


Fig. 10.2. Exemplu de stație electrică de conexiuni:

a — planul instalației; *b* — schema electrică monofilară.

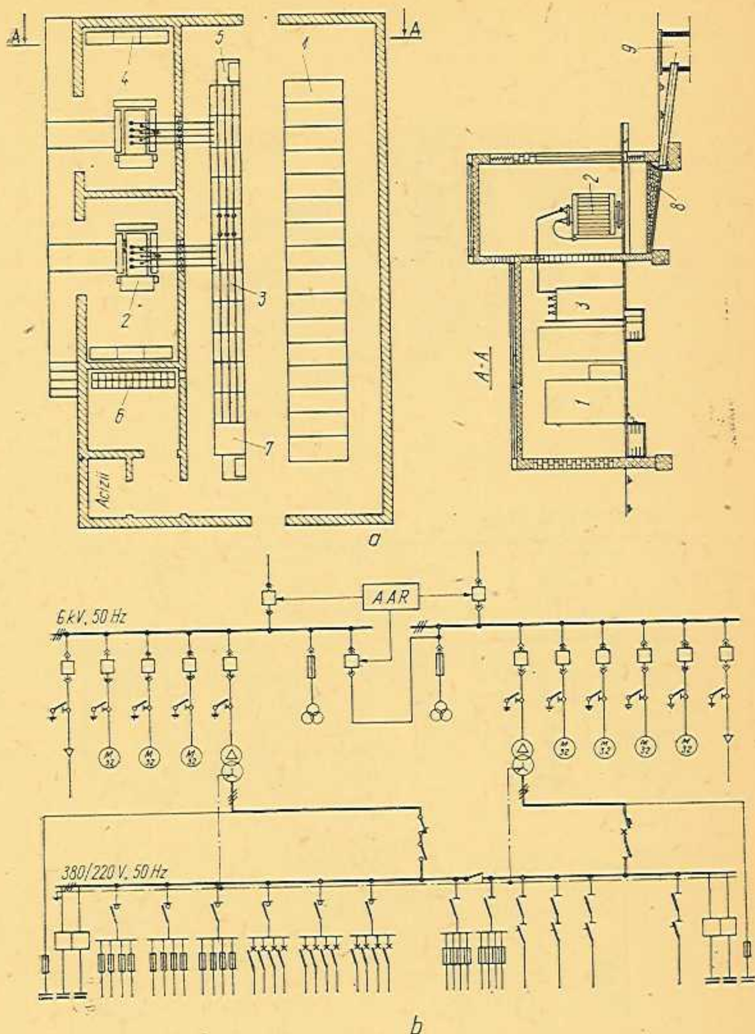
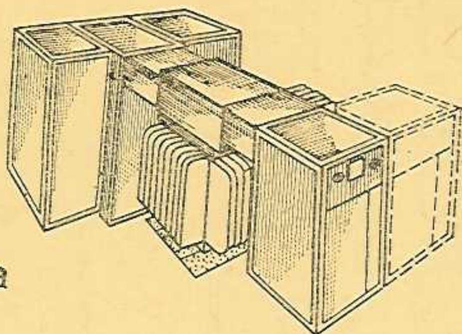


Fig. 10.3. Exemplu de stație electrică de conexiuni la un loc cu un post de transformare în întreprindere industrială:

a — plan și secțiune (*1* — celule MT, *2* — trafo, *3* — TGD, *4,5* — instalație de condensatoare; *6* — acumulatoare, *7* — IP,S *8*; *9* — colector ulei); *b* — schema electrică monofilară.



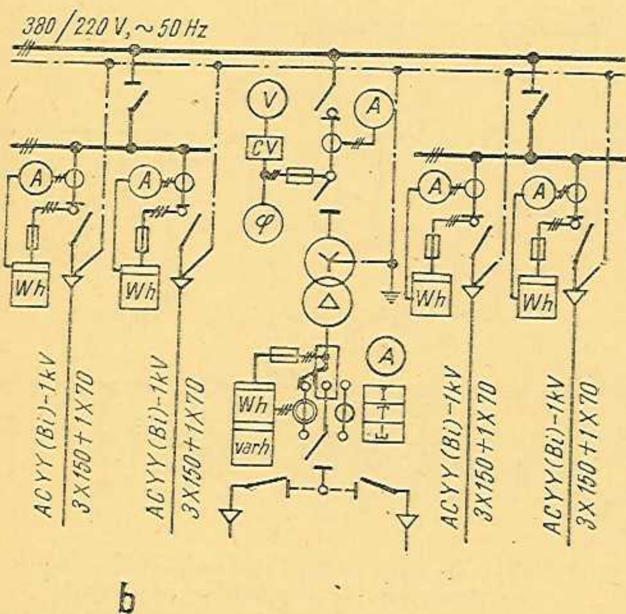


Fig. 10.4. Exemplu de post trafo liber instalat în hală de producție.

Compunerea instalațiilor. Principial se compun din:

— instalația de distribuție pe IT(MT) — poate lipsi cînd transformatoarele sînt alimentate direct;

— instalația de transformare IT (MT)/MT (JT) sau invers;

— instalația de distribuție pe MT(JT); pot fi și independente ca amplasare de instalația de transformare;

— instalații de servicii interne (c.c. și c.a. sau numai c.a.);

— instalațiile aferente de legare la pămînt;

— după caz, instalția de protecție împotriva trăsnetului și instalația de compensare a energiei reactive pentru îmbunătățirea factorului de putere.

10.2. Partea de construcție a instalațiilor

10.2.1. *Condiții de amplasare*

Condiții generale. Se vor asigura:

— Amplasarea în centrul de greutate electroenergetic al consumatorului;

— Utilizarea la maximum a utilităților existente sau prevăzute în alte scopuri principale;

— Posibilitatea adoptării de regulă a racordurilor aeriene în special pentru IT și a extinderilor pe viitorii 10 15 ani;

— Respectarea distanțelor minime D_m de pericol de incendiu dintre cel mai apropiat echipament electric (la instalațiile exterioare) sau perete al încăperii (la instalațiile interioare) și construcțiile vecine (depozitele deschise se asimilează cu construcții de categoria de pericol de incendiu dată de natura materialului depozitat), conform tabelului:

Categorii de instalații de conexiuni și transformare considerate	D_m în m, față de construcții:				
	Grad rezistență la foc	Industriale			Civile
		A,B	C	D,E	
1	2	3	4	5	6
Instalații interioare de toate categoriile; instalații exterioare cu $U_n > 110$ kV	I, II	20	12	10	10
	III	—	14	12	12
	IV,V	—	16	14	14

1	2	3	4	5	6
Instalații exterioare cu tensiunea de 110 kV sau mai mare	I, II III IV, V	25 – –	16 20 25	14 16 20	14 16 20
Posturi trafo în mediu rural și regiuni similare	I, II, III IV, V	agrozootehnice și TSA		10 15	4 6
Instalații (inclusiv racorduri) subterane	I ... V	Motivate numai pe considerente tehnologice			

Excepții la tabel: 1. Dacă instalația exterioară alimentează direct; construcția vecină de categoria C, D, E pericol de incendiu și gradul I, II, III rezistență la foc se pun condițiile din fig. 10.5.

2. Cu pereți antifoc, fie la construcția instalației, fie la construcția vecină, distanțele nu se normează.

3. Instalațiile interioare cu racorduri subterane se pot amplasa la distanțe nenormate D_n sau în încăperi alipite A

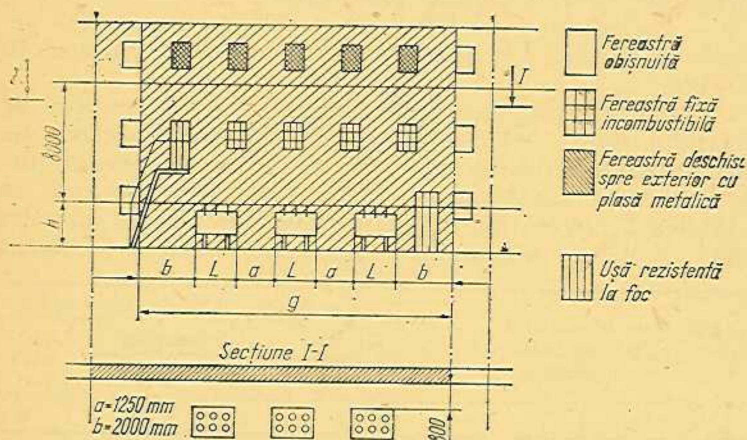


Fig. 10.5. Distanțe minime și condiții de amplasare a transformatoarelor lîngă clădiri.

sau înglobate *I* față de construcțiile de gradul I, II, III rezistență la foc în următoarele condiții:

Construcția vecină			Amplasarea	Condițiile puse instalației electrice
Destinația	Categoria	Gradul		
Industrială	A, B	I, II	D_n, *A*	Să servească numai construcția respectivă
	C, D, E	I, II, III	D_n, *A*, *I*	
Civilă	—	I, II, III	D_n, *A*, *I*	Max. două PT × 2 × 1000 kVA

Condiții particulare. Pentru instalațiile exterioare:

— Respectarea măsurilor corespunzătoare impuse zonelor poluate (v. § 1.3.6);

— Distanțe minime față de copacii vecini egale cu înălțimea lor posibilă (este vorba de copaci mai înalți de 4 m);

— Respectarea directivelor de defrișare a pădurilor.

Pentru instalații interioare:

— De regulă nepermisă amplasarea în/sub încăperi umede, în încăperi agresive chimic, cu praf, cu temperaturi ridicate sau cu pericol de incendiu sau explozie decît dacă: e necesară tehnologic, echipamentele satisfac și se iau măsuri corespunzătoare de protecție; interzis în zonele de lucru ale utilajelor de ridicat și transportat;

— În spațiile de producție neelectrică, utilajele vor fi de tip închis, și recomandabil îngrădite;

— În aceeași încăpere se pot monta instalații de tensiuni diferite, dacă sînt exploatate de același consumator;

— În hale D, E — I, II sau pe acoperișul lor se pot instala posturi trafo libere dacă: servesc numai procesul tehnologic din hală și procesele tehnologice auxiliare acestuia, uleiul dintr-un post nu depășește 3 t, iar pe hală 10 t (nelimitat pentru transformatoarele utilajelor), distanța dintre posturi este peste 20 m, fiecare post are colector de ulei (pentru gradul III rezistență la foc, trafo trebuie închis în cabină zidită);

— Se admite amplasarea la etajul I a trafo în ulei pînă la 1000 kVA inclusiv, dacă se asigură: transportul lor numai prin interiorul clădirii, colectarea a 25% din cantitatea de ulei și evacuarea întregii cantități în caz de avarie.

10.2.2. *Construcțiile aferente instalațiilor interioare*

Condiții generale. Încăperile se execută din materiale incombustibile, gradul I, II rezistență la foc.

Limite de rezistență la foc:

- Încăperi la distanțe normate, conținînd: echipamente cu maximum 60 kg ulei/cuvă — 0,25 h; idem peste 60 kg ulei/cuvă cu colectare prin prag sau depozit de materiale combustibile — 4 h în pereți, 3 h planșee; echipamente cu peste 60 kg ulei/cuvă cu colector și posturi trafo independente — 1 h;
- Încăperi la distanțe nenormate, alipite sau înglobate (exceptînd amplasarea liberă în hală — v. § 10.2.1): pereții de pe laturile respective (obligatoriu fără deschideri, admis numai uși de comunicație) — 3 h cînd conțin sub 10 t ulei și 4 h cînd conțin mai mult; acoperișurile și planșeele (fără goluri; admis numai pentru ventilație naturală, dacă clădirile vecine sînt de gradul I, II rezistență la foc, iar pereții despărțitori depășesc cu 0,6 m gabaritul încăperii EE) — 1,5 h.

Interzis denivelări sau praguri pe culoare sau coridoare precum și trecerea conductelor de fluide prin încăperile EE' (excepție cele pentru încălzirea încăperilor respective, însă fără flanșe, ventile sau alte armături).

Ușile spre exterior sau încăperi cu altă destinație se vor deschide în afară și vor avea broască cu închidere automată și deschidere din interior fără cheie; trapele încăperilor subterane vor avea grătar de protecție, care să poată fi ridicate la ieșire prin împingere. Între două încăperi EE, deschiderea va fi spre partea cu tensiunea inferioară sau, la tensiuni egale, în ambele părți. Materialul ușilor va fi incombustibil, dimensionat numai la rezistență mecanică, cu excepția celui aferent ușilor dintre încăperile cu peste 60 kg ulei/cuvă precum și celor din pereții de pe laturile distanțelor nenormate (v. mai sus), care vor avea o rezistență la foc de minimum 1,5 h.

Protecția împotriva factorilor de mediu nefavorabili: etanșări contra pătrunderii prafului, agenților corosivi și apelor subterane; materiale rezistente și acoperiri de protecție corespunzătoare.

Iluminatul natural nu este obligatoriu. Luminatoarele sînt interzise; ferestrele de la parter — la unitățile neîngrădite — vor fi cu sticlă armată sau dale (la posturile trafo rurale sînt interzise).

Ventilația va fi de regulă naturală. Climatul interior: —5 ... +45°C (minimă +16°C în încăperile cu personal permanent) și umiditatea 70 ... 100%; dacă este nevoie, se climatizează.

În încăperile cu aparate de IT sau transformatoare, cu acces direct din exterior, se prevăd îngrădiri de protecție (v. § 10.3.1).

Categoriile de pericol de incendiu ale spațiilor de amplasare a echipamentelor electrice (PE 009/81): camera de comandă și cabinele de relee aferente — **D**; cabinele trafo și ale bobinelor de reactanță în ulei — **C**; idem, uscate — **D**; încăperile instalațiilor de distribuție cu peste 60 kg ulei/cuvă — **C**; idem, sub 60 kg ulei/cuvă — **D**; încăperea bateriei de acumulatoare — **D** pentru $U_n \leqslant 48$ V și $P_{inc} \leqslant 2$ kW sau mai mari dacă s-au luat măsuri de evitarea acumulărilor de hidrogen (v. § 17.1.1.), **A** — în celelalte cazuri; stația de aer comprimat (compresoare) pentru acționarea aparatelor — **E**; gospodăria de cabluri din interiorul sau exteriorul clădirilor (poduri de cabluri, puțuri, tuneluri, canale etc.) — **C**; compartimente care conțin cabluri cu circulație în ulei — **C**; zona transformatoarelor de putere și a bobinelor de reactanță în ulei, montate în exterior (5 m în jur sau pînă la zidul de protecție antifoc) — **C**; posturi trafo cu ulei în cabine metalice — **C**; idem, uscate — **D**.

Condiții particulare. *Cabina transformatorului* va avea următoarele dimensiuni minime, în mm:

S_T, kVA	L, B, H	a	b	c	d	H_v
< 400	Gabaritul	600	300	520	250	Fig. 10.6, *b*
400; 630	transfor-	800	500	670	250	pentru toate
1000	matorului	800	500	820	250	cazurile
1600	(v. 6.1.3.)	1000	600	820	250	* Conform
⊳ 1600		1000	600	v. *	250	prospect

(excepție: posturile prefabricate n-au acces pentru personal în compartimentul trafo, iar încăperile comune pentru

distribuție și trafo pînă la 630 kVA nu au normate distanțele *b, d*).

Într-o încăpere se pot instala: un transformator de orice putere, două trafo cu aceeași destinație de maximum 1 000 kVA fiecare, împreună cu aparatele de comutație primară de MT respective sau de maximum 630 kVA fiecare, împreună cu instalația de distribuție de MT și IT de cel mai simplu tip. În cazul destinației comune a încăperii, dispunerea echipamentului va trebui să-i asigure carac-

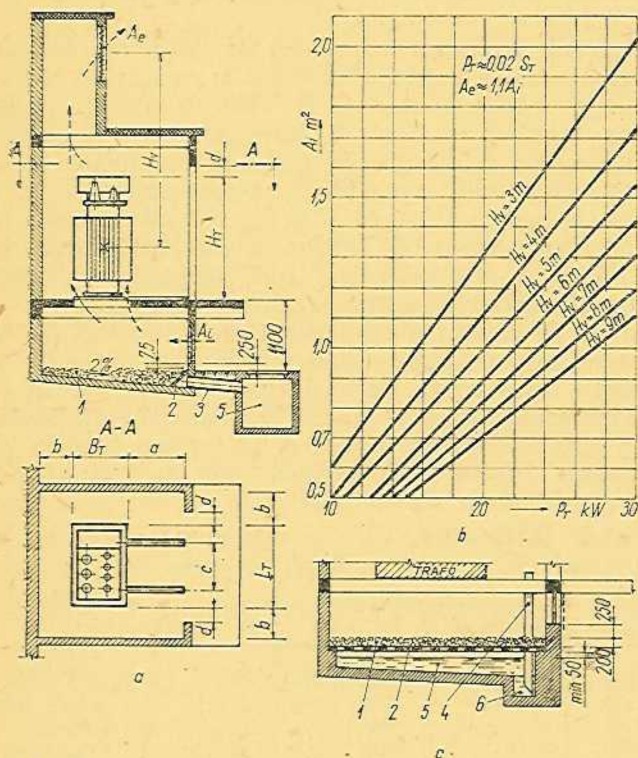


Fig. 10.6. Boxe pentru montarea transformatoarelor de putere în ulei:

a — cote minime; *b* — determinarea circuitului de ventilație ($A_{i,e}$ — ferestre de intrare, ieșire; H_v — înălțimea dintre centrele ferestrelor); *c* — colector de ulei (*1* — piatră spartă 4...6 cm; *2* — grătar; *3* — țeavă de scurgere Ø 20 cm; *4* — țeavă pentru pompă normală; *5* — colector de ulei; *6* — bașă 20×20× 20 cm).

teristicile de funcționare, transportul, manipularea, repararea și supravegherea fără pericol și fără perturbarea circuitelor vecine, dacă nu se admite separarea de lucru prin scoaterea de sub tensiune a întregii instalații.

Accesul în încăpere: de regulă din exterior, dar admis și din subsolul sau demisolul clădirii printr-o încăpere tampon (neobligatorie la transformatoarele uscate); la trafo cu ulei obligatoriu o ieșire spre exterior sau spre o încăpere categoria E, rezistentă la foc.

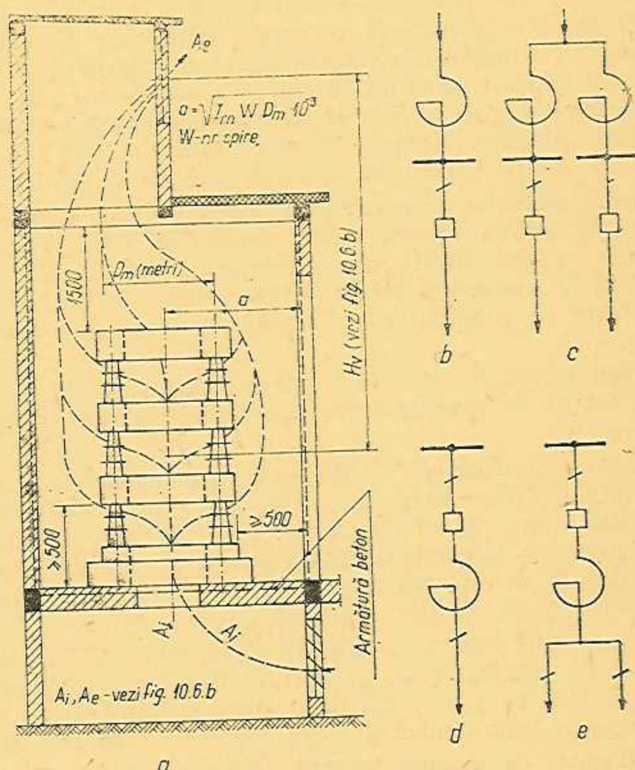


Fig. 10.7. Bobine de reactanță:

a — montaj scheme bobină; electrice; b — montaj pe intrare: c — idem, cu bobină jumelată, c — montaj pe plecare, d — idem, pe plecări jumelate.

Încăperea va avea sistem de ventilaţie independent, care să asigure $\theta_e - \theta_i = 15°C$. Spre exterior, deschiderile de ventilaţie vor fi la minimum 25 cm de sol şi vor avea jaluzele şi plase metalice cu ochiuri de maximum 8 × 8 mm; dacă deasupra lor sau a uşilor există ferestre, se va prevedea pe toată lăţimea cabinei o copertină lată de 70 cm, rezistentă la foc.

Colectarea uleiului la trafo cu ulei: sub 600 kg ulei/cuvă, prin prag rezistent la foc; peste 600 kg ulei/cuvă, prin colector sub trafo fie pentru întreaga cantitate, fie pentru minim 20% cu evacuare într-un rezervor prin ţevi ∅ = = 200 mm cu grătar de protecţie la intrare. Colectorul va avea un stingător de flacără (strat de piatră spartă de 4 ... 6 cm mărime, gros de 20 cm, susţinut de un grătar cu laturile în plan egale cu ale transformatorului) aşezat deasupra gropii de colectare; aceasta va avea fundul înclinat 2% spre o başă 20 × 20 × 20 cm (v. detalii de execuţie în fig. 10.6, *c*).

Boxele bobinelor de reactanţă în beton (uscate) trebuie să asigure distanţele minime dintre reactor şi armătura construcţiei pentru limitarea influenţei cîmpului magnetic (v. fig. 10.7), precum şi posibilitatea montării barelor şi dispozitivelor de manipulare a fazelor bobinei, şi deservirii uşoare.

Ventilaţia va fi naturală, la nevoie mecanică cu semnalizare. Gurile de ventilaţie vor fi protejate ca şi la transformatoare.

Încăperea de distriuţie de MT va avea următoarele dimensiuni minime (fig. 10.8): $a = 250$ mm; $b_1 = 1000$ mm; $b_2 = 1200$ mm; $b_3 = 700$ mm; $b_4 = 600$ mm. Lăţimea culoarelor (b_1, b_2, b_3) poate fi mărită cînd $L > 10$ m, $I''_k > 15$ kA şi instalaţiile sînt de tip deschis. Înălţimea liberă a culoarelor — 1,9 m (v. şi fig. 10.9, *m*).

Accese: din exterior; din altă încăpere EE; dintr-o încăpere de producţie D, E — I, II, III; din coridoarele anexelor TSA care nu-s căi de evacuare. Numărul de uşi: în suprateran, una cînd $L \leq 10$ m, minim 2 cînd $L > 10$ m, astfel dispuse ca drumul maxim dintre o uşă şi cel mai depărtat loc deservit să nu depăşească 30 m; în subteran una, cînd cel mai depărtat punct deservit este la maximum

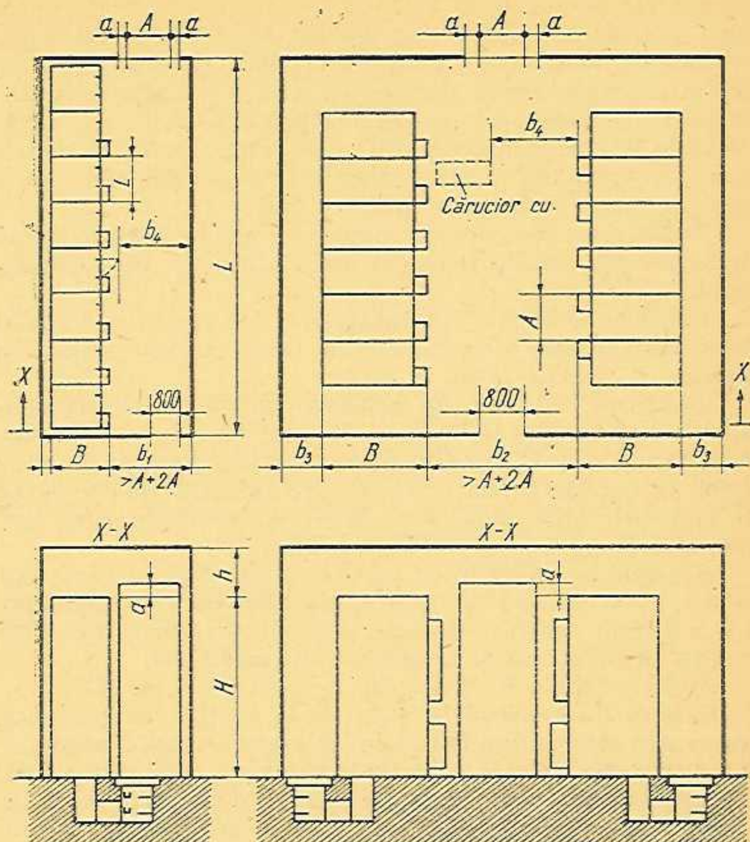


Fig. 10.8. Cote minime de dimensionare a încăperilor de conexiuni, distribuție și comandă (după caz, echiparea se face cu celule de TM, panouri sau dulapuri pentru tablouri electrice).

12 m de ușă, iar celulele sînt de tip închis (în caz contrar, cel puțin două).

La același consumator se admite montarea în aceeași încăpere a distribuției de MT și JT; se recomandă însă încăperi separate.

Între secțiile de bare aferente alimentării normale și celei de rezervă pentru receptoarele de categoria *0* (inclusiv

motoarele pompelor de incendiu cu acest statut) și pentru mai mult de 30 celule de tip deschis, se prevăd pereți transversali de separare cu limita de rezistență la foc de 1 h. Fiecare compartiment rezultat va avea ventilație separată; scoaterea și introducerea aerului poate fi comună, dar ramificațiile la compartimente vor avea clapete antifoc, fiecare grup de ventilare va avea jaluzele de suprapresiune, iar în caz de semnalizare incendiu se va opri.

Delimitarea spațiilor exploatate de unități diferite poate fi făcută prin îngrădiri de cel mai simplu tip (de exemplu, cordon PVC).

Canalele de cabluri din încăpere vor fi acoperite cu plăci ușor demontabile din metal sau beton armat, stabile și așezate la același nivel.

Încăperea instalației de distribuție de JT va avea dimensiunile minime (fig. 10.8): $a = 250$ mm, $b_1 = b_2 = 1000$ mm, $b_3 = 800$ mm, înălțimea liberă a culoarelor de servire 1,9 m (pînă la conductoarele neizolate sub tensiune nu va putea fi însă sub 2500 mm, fără plasă de protecție dedesubt montată la 1,9 m — v. și fig. 10.9, *n*).

Accesele la culoarele de servire: unul, cînd $L \leq 7$ m sau cînd $b_{1,2} > 3$ m. Ușile (v. condiții generale) vor avea minimum $1,9 \times 0,75$ m pentru circulație și cotele arătate în fig. 10.8 pentru introducerea și scoaterea echipamentelor.

Alte condiții — v. încăperile de distribuție pe MT.

Camera de comandă se prevede la stațiile cu personal permanent. Dimensiunile trebuie să asigure spațiile necesare montării tablourilor și culoarele de servire ca în instalațiile de distribuție, avîndu-se în vedere și distanțele necesare observării de ansamblu a panourilor cu semnalizări și aparate de măsurat.

Notă. Pentru încăperile instalațiilor de condensatoare statice și de acumulatoare, care pot intra în compunerea instalațiilor de conexiuni și transformare v. § 13.2, respectiv § 17.1.

10.2.3. *Construcții aferente instalațiilor exterioare*

Perimetrul amplasamentului se împrejmuiește cu gard înalt de 2 m, din materiale incombustibile: plasă sîrmă beton etc. (în interiorul acestui perimetru nu se fac

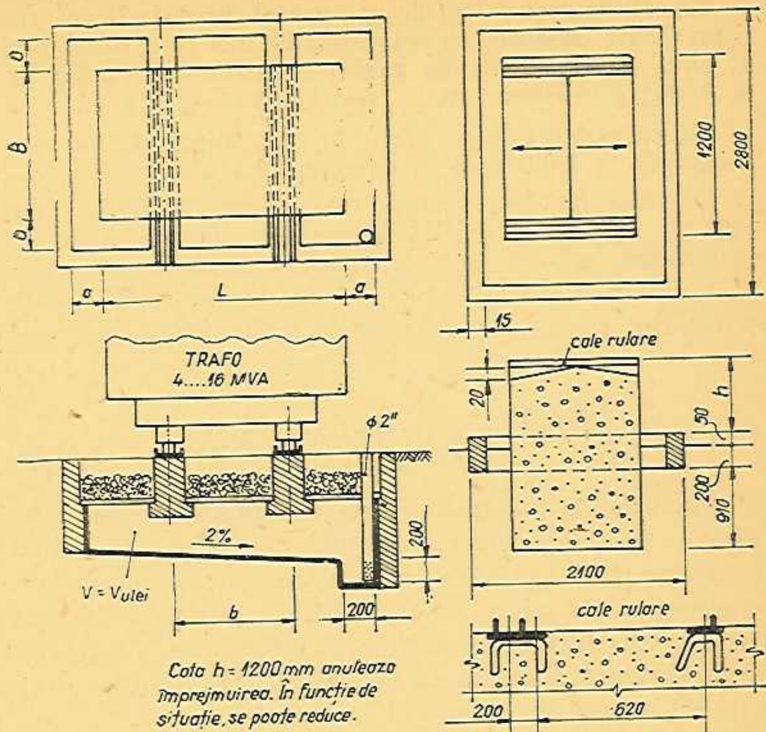


Fig. 10.9. Fundații și colectoare de ulei la montarea transformatoarelor în exterior.

îngrădiri între beneficiari diferiți). Porțile de acces se încuie.

Drumul de acces pentru autovehicule pentru transportul transformatoarelor va avea o singură bandă de circulație pînă la locul descărcării; dacă depășesc 50 m, se vor termina cu platformă sau triunghi de întoarcere.

Accesul pompierilor va fi asigurat pînă la minimum 200 m de instalațiile pasibile de incendiu.

Drumurile interioare trebuie să asigure circulația și transporturile de echipamente, dar nu vor avea sub 1,2 m lățime și 2 m înălțime.

Transformatoarele cu ulei și aparate montate la sol vor fi prevăzute dedesubt cu colectoare de ulei care vor depăși în plan, pe toate laturile gabaritul aparatului cu 0,6 m/ $\leqslant$ 2 000 kg ulei sau 1 m/ $>$ 2 000 kg ulei — v. fig. 10.9.

Transformatoarele pe stîlpi vor fi la minim 4,5 m cu o platformă cu balustradă la minimum 3,5 m.

Construcțiile de susținerea echipamentelor normal sînt tipizate și se aleg la solicitările statice și dinamice datorate echipamentelor, efectelor electrodinamice în regim normal și de scurtcircuit (ultimul considerat într-un singur circuit) și condițiilor de montaj (oameni, scule, dispozitive etc.)

10.2.4. *Instalații aferente și dotări*

Instalația de iluminat. Se prevede iluminat normal în toate încăperile și în incinta instalațiilor exterioare și iluminat de avarie (v. § 12.1.1) în încăperile cu echipament electric în funcțiune; în camera de comandă se vor prevedea în plus două corpuri de iluminat cu lămpi cu incandescență conectate prin siguranțe direct la barele de c.c. (fără întreruptor), care vor funcționa permanent.

Nivelurile de iluminare normate (PE 136/80): boxe trafo și bobine reactanță — 30 ... 75 lx; săli conexiuni — 75 ... ... 150 lx; cameră comandă — 300 lx la control operativ, 150 lx în camera panourilor; poduri de cabluri — 20 lx; camera acumulatoarelor — 30 lx; stații exterioare — 3 lx.

Amplasarea corpurilor de iluminat va ține seama de distanțele de protecție cerute (v. § 10.3.1) și că lucrările ce se execută la ele în zonele de circulație să nu necesite măsuri speciale de protecție pînă la 2,5 m deasupra solului în exterior și 2,3 m deasupra pardoselii în interior. Liniile aeriene exterioare de iluminat nu se vor monta deasupra și sub părțile sub tensiune ale instalației.

Instalații de telecomunicații. Instalațiile cu personal permanent vor fi prevăzute cu instalațiile Tc existente la consumator (telefon, difuzor radioficare, ceas). Încăperile de categoria C și în special subsolurile de cabluri vor fi prevăzute cu avertizoare de semnalizarea incendiilor.

Instalații sanitare și de încălzire. În stațiile cu personal permanent se prevăd instalații pentru apă de băut, spălat și WC. Instalații de încălzit se prevăd în camera de comandă și încăperea acumulatoarelor.

Instalații și dotări pentru stingerea incendiilor. Se prevăd:

— instalații fixe cu apă pulverizată pentru stingerea eventualelor incendii la transformatoarele cu ulei mai mari de 40 MVA;

— hidranți, cînd sînt poduri sau subsoluri de cabluri sau încăperi de categoria D mai mari de 4 000 m^3 sau C mai mari de 1 500 m^3;

— dotări cu materiale tehnice și produse inițiale pentru combaterea incendiilor conform PE 009/81 (notăm: S_1 — stingător de incendiu portabil cu spumă chimică; S_2 — idem, cu CO_2; S_3 — idem, cu CO_2 și praf; S_4 — stingător de incendiu carosabil cu spumă chimică; L_1 — ladă cu nisip de 0,5 m^3 și 2 lopeți; L_2 — idem, de 1 m^3; D — panou de incendiu tip D): camera de comandă — $2S_2 + 2S_3$; pod sau subsol de cabluri (la fiecare 50 m^2) — $1S_2 + 1S_3 + 1L_1$; săli de conexiuni de JT, MT, IT — $2S_1 + 1S_4$ la 110 kV + $+ 1 \div 2S_2 + 1 \div 2S_3 + 2L_1$; trafo pînă la 16 MVA (pe trafo) — $1S_1 + 1L_1$; trafo 16 ... 40 MVA — $2S_1$/trafo + $1S_3$/trafo + $1S_4$/stație + $1L_2$/trafo; trafo peste 40 MVA — (pe trafo) — $2S_1 + 1S_4 + 1L_2$; post trafo *PT* sau punct alimentare *PA* — $1S_1$/PA + $1S_2$/PT, PA + $1S_3$/PT, PA; boxă bobină reactanță — $1S_1$/50 m^2 + $2S_2$/50 m^2 + $1L_2$/boxă; încăpere acumulatoare — $1S_1 + 1S_2$; stații exterioare — $1S_1$/2 celule + $1S_3$/2 celule + 1D/stație; bobine de stingere în exterior sau în boxă: $1S_1$/bobină + $1S_2$/bobină + $1L_1$/boxă.

10.3. Echiparea electrică

10.3.1. *Distanțe minime de izolare în aer și de protecție*

Cazuri posibile considerate	Fig. 10.10 fig.	cota	Distanțe minime, mm, la U_n, kV: 1	6	10	20	35	110
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Distanțe minime de izolare în aer								
Instalații interioare,	a	A_{0i}	15	90	120	180	290	900
unde: $A = 1,1A_{0i}$	a	A	15	100	130	200	320	1000
$A \leqslant A_2 = A_{0e}/2$	$b^{5'}$	A_2	15	100	100	150	200	450
Instalații exterioare,	a	A_{0e}	200	200	200	300	400	900
unde: $A = 1,1A_{0e}$	a	A	220	220	220	330	440	1000
$200 \leqslant A_1 = U_n/0,15$	b	A_1	200	200	200	200	250	750
$200 \leqslant A_2 = A_{0e}/2$	b	A_2	200	200	200	200	200	450
Distanțe minime de protecție								
Instalații interioare,	i, n	B_1	50	120	150	210	320	930
unde: $B_1 = A_{0i} + 30$	j, n	B_2	100	190	220	280	390	1000
$B_2 = A_{0i} + 100$	k, n	B_3	200	840	870	930	1050	1630
$B_3 = A_{0i} + 750$	$i \div k$							
$C = A_{0i} + 2500$	m, n	C	2500	2600	2650	2700	28000	3400
$D = A_{0i} + 1250$	h	D	—	1350	1400	1450	1550	2150
$E = A_{0i} + 600$	m	E	—	690	720	780	890	1500
	$h^{5'}$	H	—	4500	4500	4750	4750	5500
Instalații exterioare,	c	B_1	—	230	230	330	430	230
unde: B_1, B_2, B_3, C, D,	c, g	B_2	—	300	300	400	500	1100
E — aceleași relații de	c	B_3	—	950	950	1050	1150	1650
sus înlocuindu-se A_{0i}	$d \div g$	C	—	2700	2700	2800	2900	3400
cu A_{0e};	efh	D	—	1450	1450	1550	1650	2150
$500 \leqslant F = A$	$d \div g$	E	—	800	800	900	1000	1500
$G = A_{0e} + 1500$	g	F	—	500	500	500	500	900

Notă. 1. Distanțele de izolare în aer se referă la distanțele dintre conductoarele neizolate sub tensiune și dintre acestea și pămînt sau părți în legătură cu pămîntul; cele de protecție, la distanțele de protecție contra atingerilor directe (v. § 15.1.1).

2. Pentru ambele categorii de instalații:

● La altitudini de 1000 ... 3000 m distanțele de izolare se măresc cu 25%; la instalațiile vecine de tensiuni diferite A_0 se majorează cu 20% iar celelalte distanțe A și B se calculează corespunzător cu relațiile date în tabel;

● Izolatoarele pot pătrunde parțial sau total în domeniul de protecție, dacă se asigură contra atingerii cu îngrădiri (fig. 10.10,l);

● La montajul conductoarelor izolate peste înălțimea C și al izolatoarelor cu soclul la minimum 2300 mm de pămînt nu mai sînt necesare izolatoare; distanțele D pot fi reduse la E cînd: elementele sub tensiune sau izolate de pămînt se găsesc deasupra domeniului permis de lucru (fig. 10.10. d, n), se lucrează cu scule ușoare de mînă, pătrunderea în domeniul de protecție se face numai cu mîinile, fără deplasarea corpului.

3. Pentru instalațiile interioare:

— La instalații prefabricate, supuse de furnizor încercărilor și probelor corespunzătoare, distanțele nu se normează;

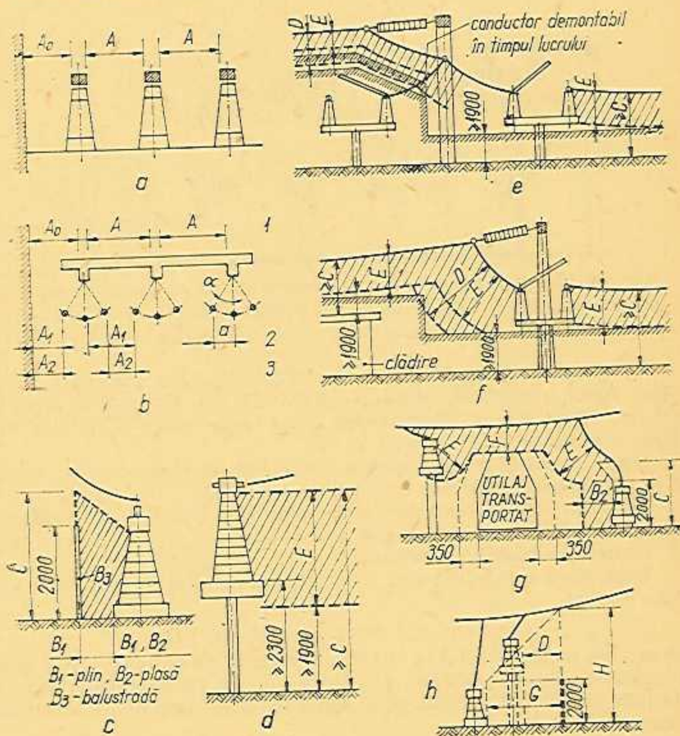


Fig. 10.10. Distanțe minime de izolare în aer și de protecție (se consultă cu § 10.3.1; la fig. *b* conductoarele se consideră: *1* — în echilibru stabil; *2* — deviate de vînt; *3* — balans la încetarea scurtcircuitului.)

— Pereții, ușile și îngrădirile de protecție se fac din materiale incombustibile, rigide, rezistente mecanic (tablă OL cu $g \geq 2$ mm, plasă cu ochiuri sub 20×20 mm) și se fixează bine; balustradele se fac din bare sau țevi; dimensiuni în fig. 10.10. *i*.

— Ușile îngrădirilor de protecție se închid cu cheie sau se fixează astfel ca să nu poată fi scoase decît cu scule speciale;

— Trecerile interior-exterior ale circuitelor electrice vor respecta corespunzător distanțele de interior sau exterior.

4. Pentru instalațiile exterioare:

— Deplasarea conductoarelor sub acțiunea vîntului (fig. 10.10, *b*) este dată de relația

$$a = f \sin \alpha, \quad \text{unde } \alpha = \text{arc tg } p/q,$$

f fiind săgeata conductorului la $+15°C$ în punctul de apropiere, p — greutatea conductorului în daN/m, q — forța unitară pe conductor dată de vînt în daN/m (60% din valoarea maximă luată în considerare la calculul mecanic al liniei);

• Cînd distanțele dintre bornele aparatelor nu respectă cota *A* se vor respecta cotele date de furnizor;

• Măsurarea distanțelor de protecție se face ținînd seama de eventuala deplasare a conductoarelor în timpul lucrului;

• Condițiile din fig. 10.10, *e* nu se referă la circuitele care intră în clădire și nici la cabinele circuitelor secundare, servicii interne și instalații auxiliare montate în spațiul de producție electrică, față de care se pot lua distanțe reduse pînă la cele de izolare, cu măsurile corespunzătoare de protecție;

• Cînd înălțimea îngrădirii de protecție este de minimum 2 m, se admit în domeniul de protecție părți izolate ale instalației dacă se respectă distanța *D* (fig. 10.10, *h*).

5. *b* — pentru cazuri cînd se instalează conductoare flexibile în încăperi; *H* — înălțimea de montaj a izolatoarelor de trecere.

10.3.2. *Alegerea transformatoarelor*

Se stabilește zona care va fi alimentată din postul de transformare respectiv, astfel ca lungimea rețelelor de distribuție să fie cît mai scurtă, după care:

• Se determină puterile active și reactive maxime cerute și consumul anual de energie prin metoda coeficinților de cerere pe categorii de receptoare (v. § 9.4.1) precum și factorul de putere natural, puterea aparentă corespunzătoare S_{cM} și timpul de utilizare a puterii maxime pe an;

• Funcție de T_{uM} se determină coeficientul de încărcare economică optimă a transformatoarelor k_{i0} din următorul tabel (PE 145/85):

T_{uM}, h/an	⩽2000	3000	4000	500	6000	7000
$k_{iom} \div k_{ioM}$	0,6÷ ÷0,96	0,55÷ ÷0,88	0,50÷ ÷0,8	0,45÷ ÷0,72	0,4÷ ÷0,64	0,35÷ ÷0,56
$k_{iem} \div k_{ieM}$	0,50÷1,00		0,45÷ ÷0,9	0,40÷ ÷0,80	0,35÷ ÷0,7	0,39÷ ÷0,60

• Se determină puterea corespunzătoare necesară a transformatoarelor la încărcarea economică optimă:

$$S_{T0} = S_{cM}/k_{i0} = n S_T, \qquad (10.1)$$

unde: n este numărul de transformatoare și S_T puterea nominală a unui transformator (produsul $n\,S_T$ se ia cel

mai apropiat de S_{T0}, ținînd seama de scara puterilor nominale ale transformatoarelor produse — v. și exemplul 10.1);

• Se estimează pierderile de putere activă (numeric, aproximativ 0,02 S_T pentru un trafo) și cele de putere reactivă (numeric, aproximativ $0,1S_T$ pentru un trafo) în transformatoare, precum și pierderile de energie corespunzătoare (aproximativ $0,7P_T T_{uM}$) și se stabilesc noile puteri active și reactive totale cerute;

• În cazul în care compensarea energiei reactive pentru îmbunătățirea factorului de putere se face la postul de transformare (caz obișnuit la consumatorii industriali), se determină puterea bateriei de condensatoare necesare (v. § 13.3); se calculează pierderile de putere corespunzătoare (numeric, circa $0,03Q_b$) și energia consumată pe an de condensatoare (circa $0,7P_q T_{uM}$) care se însumează la valorile pe post;

• Se verifică încărcarea efectivă a transformatoarelor k_{ief} care trebuie să satisfacă relația:

$$k_{ief} = P_{cM}/\cos\varphi_i \, nS_T \leqslant k_{iM}. \qquad (10.2)$$

Notă. În maximum un an după ce încărcarea anuală maximă a unui transformator aflat în exploatare scade sub k_{iem} sau atinge k_{iem}, transformatorul se înlocuiește cu altul a cărui putere trebuie să satisfacă k_{io} (v. tabelul de sus și exemplul de calcul 10.2)

Exemplul de calcul 10.1. Să se aleagă transformatoarele și condensatoarele din postul de transformare pentru atelierul din exemplul 9.2, știind că receptoarele au U_n = 380/220 V și că factorul de putere îmbunătățit se cere 0,95.

Datele de consum rezultate din exemplul 9.2 sînt trecute în tabelul de mai jos — rîndul 1.

Numărul și puterea transformatoarelor necesare:

S_{cM} = 990/0,95 = 1042 kVA;

k_{io} = 0,565 ... 0,904 pentru T_{uM} = 2686 h/an;

S_{T0} = 1042/(0,904 ... 0,565) = 1152 ... 1844 kVA

— Se aleg 2 × 630 kVA.

Se completează rîndul 2 din tabel cu pierderile în trafo și se totalizează în rîndul 3 noile date de consum.

Bateria de condensatoare:

Q_b = 1 002(0,91 — 0,33) = 580 kvar.

Se completează rîndul 4 din tabel cu puterea reactivă compensată și cu pierderile de putere și energie active datorite condensatoarelor, se totalizează rezultatele în rîndul 5 al tabelului și se verifică încărcarea efectivă a transformatoarelor:

$$k_{tef} = 1\,014/(0{,}95.2.630) = 0{,}847 > 0{,}904.$$

Nr. crt.	P_i, kW	k_c	cos φ	tg φ	P_{cM}, kW	Q_{cM}, kvar	T_{uM}, h/an	W_a, MWh/an
1	2755	0,36	0,78	0,80	990	790	2686	2660
2	Pierderi trafo				12	125	2686	22
3	Total calcul		0,74	0,91	1002	915	2686	2682
4	Condensatoare				12	−580	2686	22
5	2755	0,368	0,95	0,33	1014	335	2686	2704

Exemplul de calcul 10.2. Atelierul din exemplul **10.1** a fost modernizat, obținîndu-se $S_{cM} = 1200$ kVA, $T_{uM} = 3000$ h/an. Trebuiesc schimbate transformatoarele din postul trafo ?

Încărcarea transformatoarelor în noua situație:

$$k_{tef} = 1\,200/2 \cdot 630 = 0{,}89 < 1{,}00.$$

Transformatoarele pot fi menținute în continuare; se vor schimba după cel mult un an după ce au atins încărcarea de 100%.

10.3.2. *Alegerea bobinelor de reactanță*

Bobinele de reactanță se montează în stațiile de conexiuni de 6 și 10 kV, cînd este nevoie să se limiteze curentul de scurtcircuit sub valoarea admisă de echipamentul electric și implicit să se mențină în amonte pe timpul scurtcircuitului la valoarea minimă admisă (0,7 U_n). Scheme de montaj în fig. 10.7.

Datele necesare alegerii bobinei de reactanță:

• Date de sistem electroenergetic: S_k''— puterea de scurtcircuit înainte de montarea reactorului; S_k''— idem, după; U_n— tensiunea nominală a rețelei unde se montează; I_c — curentul de calcul în regim permanent al circuitului pe care se montează (cînd temperatura mediului ambiant la bobină θ_{amb} depășește 40°C se face corecția

$I'_c = I_c\sqrt{(\theta_M - 40)(\theta_M - \theta_{amb})}$, unde θ_M este temperatura maximă admisă de bobinaj); cos φ — factorul de putere al circuitului;

• Parametrii principali ai bobinei: U_{rn} — tensiunea nominală; I_{rn} — curentul nominal; $x_r\% = 100\sqrt{3}\, I_{rn} x_{rn} / U_{rn} = 100\sqrt{3}\Delta U_f / U_{rn}$ — reactanța procentuală nominală; $\Delta U_f\%$ — pierderea relativă de tensiune (v. jos).

Alegerea bobinei de reactanță:

• Se alege bobina pentru care

$$U_{rn} = U_n; \quad I_{rn} = I_c \text{ sau } I_{rn} = I'_c. \qquad (10.3)$$

• Se determină reactanța necesară, față de care se alege reactanța nominală a bobinei:

$$x_{r\,nec} = x_s - x_{s'} = U^2/S''_k - U^2/S''_{k'},$$

$$x_{r\,nec}\% = 100\sqrt{3}\, x_{rnec} I_{rn}/U_{rn}, \qquad (10.4)$$

$$x_r\% = x_{r\,nec}\% \text{ și } x_r = x_r\%\, x_{r\,nec}/x_{r\,nec}\%.$$

• Se verifică alegerea pentru funcționarea în regim normal și la scurtcircuit:

$$\Delta U_f\% = x_r I_c \sin\varphi / I_{rn} \leqslant 5\%,$$

$$S''_{k\,ef} = U^2/(x_{s'} + x_r) \leqslant S''_k, \qquad (10.5)$$

$$U_{rem}\% = x_r\%\, I''_k/I_{rn} \geqslant 70\%,$$

$$I_t\sqrt{t} > I_m; \quad I_d > i_s,$$

unde: U_{rem} este tensiunea remanentă în regim de scurtcircuit; I''_k, I_m, i_s — curenții de scurtcircuit corespunzători lui $S''_{k\,ef}$ (v. calculul în § 9.5.2), $I_t\sqrt{t}$, I_d — curentul limită termic, respectiv dinamic.

Exemplul de calcul 10.3. Să se limiteze la 150 MVA puterea de scurtcircuit pe barele de 6 kV ale unei stații de primire, știind că: $S''_{k'} = 350$ MVA, $I_c = 530$ A, $\cos\varphi = 0{,}95$, $t_{pr} = 1{,}5$ s.

Alegerea parametrilor reactorului:

$U_{rn} = 6$ kV; $I_{rn} = 600 > 530$ A;

$x_{r\,nec} = 6^2/150 - 6^2/350 = 0{,}24 - 0{,}102 = 0{,}138\ \Omega$;

$x_{r\,nec}\% = 100\sqrt{3}.0{,}138.0{,}6/6 = 2{,}387\%$;

$x_r\% = 4 > 2{,}387\%$; $x_r = 4 \cdot 0{,}138/2{,}387 = 0{,}231\ \Omega$.

Se alege deci reactorul *RB-6-600-4* cu $I_t\sqrt{t} = 15$ kA, $I_d = 38{,}25$ kA.

Verificare:

$$\Delta U_f\% = 4 \cdot 0{,}312 \cdot 0{,}53/0{,}6 = 1{,}102 < 5\%;$$

$$S''_{k\,ef} = 6^2/(0{,}102 + 0{,}231) = 108{,}108 < 150 \text{ MVA};$$

$$I''_{k3} = 108{,}108/(1{,}73 \cdot 6) = 10{,}415 \text{ kA};$$

$$i_{ş3} = 2{,}55 \cdot 10{,}415 = 26{,}558 \text{ kA} < I_d = 38{,}25 \text{ kA};$$

$$I_m = 10{,}415\sqrt{(0+1)1{,}5} = 12{,}755 \text{ kA} < I_t\sqrt{t} = 15 \text{ kA};$$

$$U_{rem}\% = 4 \cdot 10{,}415/0{,}6 = 69{,}43 < 70\%.$$

Deoarece nu asigură U_{rem}, se alege bobina cu $x_r\%$ imediat superioară, adică *RB-6-600-5* cu $I_t\sqrt{t} = 12$ kA şi $I_d = 30{,}6$ kA; deci:

$$x_r = 0{,}23 \cdot 15/4 = 0{,}289\ \Omega;$$

$$S''_{k\,ef} = 6^2/(0{,}102 + 0{,}288) = 92{,}071 < 150 \text{ MVA};$$

$$I''_{k3} = 92{,}071/(1{,}73 \cdot 6) = 8{,}87 \text{ kA};$$

$$U_{rem}\% = 5 \cdot 8{,}87/0{,}6 = 73{,}916 > 70\%;$$

$$i_{ş3} = 2{,}55 \cdot 8{,}87 = 22{,}618 < 30{,}6 \text{ kA};$$

$$I_{m3} = 8{,}87\sqrt{(0+1)1{,}5} = 10{,}863 < 12 \text{ kA}$$

10.3.4. *Alegerea barelor şi izolatoarelor*

Alegerea barelor. *Material:* de regulă bare dreptunghiulare, mai rar rotunde, din aluminiu, excepţional din cupru (cînd: nu pot fi satisfăcute altfel solicitările la scurtcircuit se cer secţiuni mici satisfăcute numai de cupru; mediul este coroziv pentru aluminiu).

Alegerea secţiunii barelor se face la încărcarea maximă în regim normal de funcţionare, astfel ca pentru s_c

$$I_{ad} \geqslant I_c, \tag{10.6}$$

unde: I_{ad} este curentul maxim admis în conductor găsit în § 2.1.4.2, iar I_c este încărcarea maximă a barelor calculată conform § 9.4.1.

Verificarea la scurtcircuit. La solicitările termice:

$$s_{c\theta} = I_m / j_{sc}, \qquad (10.7)$$

unde: I_m — v. relația (9.47); j_{sc} — densitatea de curent la sfîrșitul scurtcircuitului, cînd temperatura maximă admisă în conductor este de 200°C — Cu și 180°C — Al; funcție de θ_c — temperatura inițială a conductorului în funcțiune, dată de relația

$$\theta_c = \theta_a - (70 - \theta_a) I_c / I_{ad}, \qquad (10.8)$$

unde θ_a este temperatura aerului, j_{sc} are următoarele valori:

θ_0, °C	20	30	40	50	60	70	80	90
Cu	168	163	158	153	148	140	132	124
Al	102	98	94	90	86	82	77	72

La solicitări dinamice pentru o bară, respectiv pentru un pachet de bare:

$$\sigma = \nu \frac{Fl}{12W} > \sigma_{0,2}; \quad \sigma = k\nu \frac{Fl}{12W} + \nu \frac{F_b l_b}{12 W_b} > 2\sigma_{0,2}$$

$$F = 2 \frac{l}{a} i_ș^2 \cdot 10^{-2}; \quad F_b = 2 \frac{l_b}{a_f} \left(\frac{i_s}{n} \right)^2 \cdot 10^{-2}, \qquad (10.9)$$

unde: ν este corecția datorată oscilațiilor conductorului la scurtcircuit egală cu 1 — c.a. și 2 — c.c.; k — corecție în cazul pachetelor de bare cu piese intermediare de distanțare și rigidizare, egală cu 0,6; F, F_b — forța electrodinamică maximă de scurtcircuit care solicită conductorul pe lungimea unei deschideri, respectiv între un punct de fixare și prima piesă intermediară, daN; l, l_b — distanța dintre două puncte vecine de fixarea barei sau pachetului de bare, respectiv între un punct de fixare și prima piesă intermediară, în cm; n — numărul de bare al pachetului; a — distanța dintre axele fazelor, cm; $i_ș$ — curentul de șoc de scurtcircuit relația (9.46); a_f — distanța fictivă dintre barele pachetului (v. jos); W, W_b — modulul de rezistență al barei sau pa-

chetului, respectiv al unei bare din pachet, cm³ (v. jos); $\sigma_{0,2}$ — limita de curgere tehnică a materialului, daN/cm² (v. jos); valori pentru a_f, W, W_b, $\sigma_{0,2}$:

Fig. 10.11	b, cm	a_f pentru înălțimea h, cm:				
		4	5	6	8	10
d	0,5	2,0	2,4	2,7	3,3	4,0
d	1,0	2,8	3,1	3,4	4,1	4,7
e	0,5	—	1,3	1,5	1,8	2,2
e	1,0	1,7	1,9	2,0	2,3	2,7
f	0,5	—	1,3	1,5	1,8	2,0
f	1,0	1,74	1,8	2,0	2,2	2,5

s_c, respectiv:		W, W_b, în cm³, pentru cazurile din fig. 10.11					
b×h, mm	ø, mm	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*	*g*
20×3	6	0,200	0,030	—	—	—	0,021
20×5	8	0,333	0,083	—	—	—	0,050
25×5	10	0,521	0,104	—	—	—	0,100
30×5	12	0,750	0,125	—	—	—	0,170
40×5	14	1,333	0,166	—	—	—	0,270
50×5	16	2,080	0,208	1,80	4,13	—	0,400
60×5	18	3,000	0,250	2,16	4,96	—	0,580
80×5	20	5,333	0,333	2,88	6,60	—	0,780
100×5	25	8,333	0,417	3,60	8,25	—	1,560
50×10	30	4,160	0,833	7,20	16,50	62,10	2,700
60×10	35	6,000	1,000	8,54	19,80	74,52	4,290
80×10	40	10,660	1,333	11,52	99,36	99,36	6,400
100×10	45	16,660	1,666	14,40	33,00	124,20	9,130

$\sigma_{0,2}$ pentru: (*m*, *t*/2 — calitate)	Bare dreptunghiulare				Bare rotunde din cupru	
	Cupru		Aluminiu			
	m	*t*/2	*m*	*t*/2	*m*	*t*/2
	1000	1400	400	700	1000	1500

Notă. Pentru calcule expeditive, F se poate determina cu ajutorul nomogramei din fig. 10.11 și relația

$$F = F_s l \cdot 10^{-2}, \tag{10.10}$$

iar s_{c0} direct din nomograma din fig. 10.12.

Alegerea izolatoarelor. Se aleg izolatoarele corespunzătoare amplasării instalației (de interior sau exterior) și mediului ambiant (în mediile poluate se va avea în vedere linia de fugă a izolatorului — v. § 1.4.4). Parametrii electromecanici trebuie să satisfacă relațiile:

$$U_{in} \geqslant U_n \text{ și } F \leqslant 0{,}6\, F_r, \qquad (10.11)$$

unde F este forța electrodinamică maximă de scurtcircuit dată de relațiile (10.9 și 10.10), iar F_r — rezistența la rupere a izolatorului.

Exemplul de calcul 10.4. Să se aleagă barele colectoare de 6 kV și izolatoarele de susținerea lor ale PT din exemplul 9.6, știind că: $I_c = 180$ A, $\vartheta_a = +35°C$, $l = 1100$ mm, $a = 200$ mm.

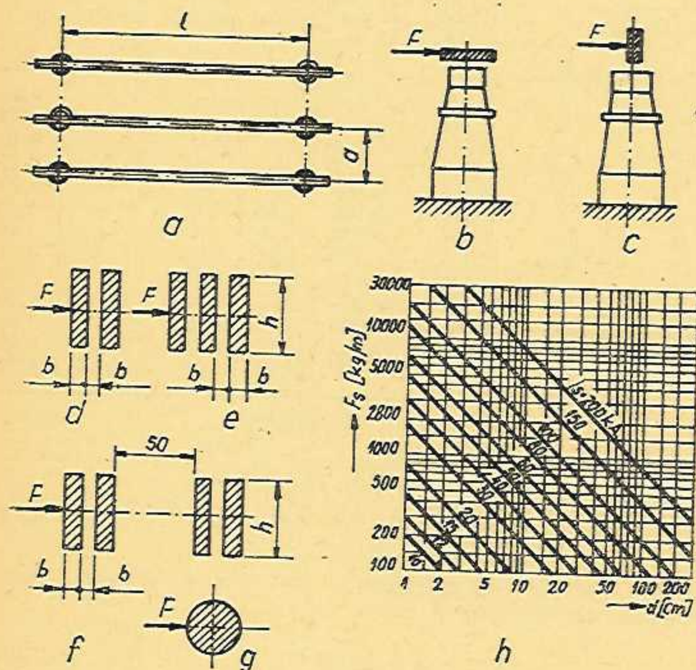


Fig. 10.11. Determinarea forțelor electrodinamice de scurtcircuit care solicită barele și izolatoarele.

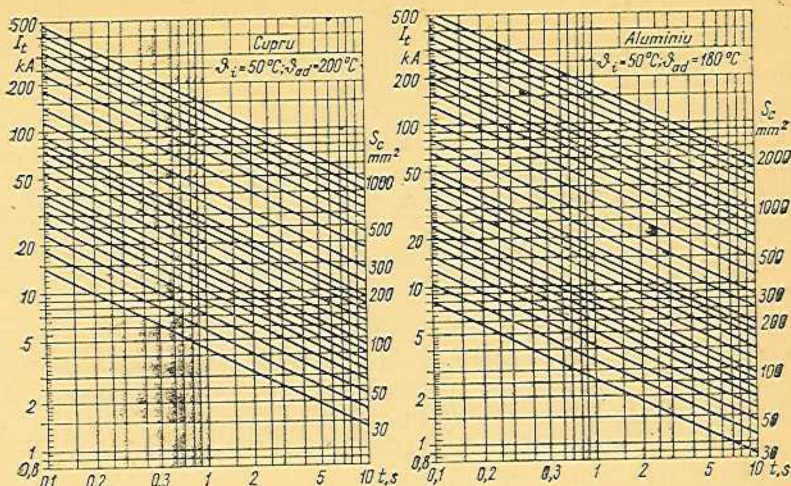


Fig. 10.12. Verificarea secțiunii conductoarelor neizolate la stabilitate termică de scurtcircuit.

Alegerea barelor la încărcarea în regim permanent: Al − 20×5 mm, montate pe lat și vopsite, pentru care:

$$I_{ad} = 300 \cdot 0{,}88 \cdot 0{,}9 \cdot 0{,}9 = 214 > 180 \text{ A}.$$

Verificarea la scurtcircuit (pentru I_m și $i_ș$ v. exemplul de calcul menționat pentru scurtcircuit în k_2):

$$\theta_c = 35 + (70 - 35)180/198 = 66{,}81°\text{C} - j_{sc} = 83 \text{ A/mm},$$

$$s_{c\theta} = 18\,509/83 = 223 \text{ mm}^2.$$

Rezultă necesitatea măririi secțiunii la 50×5 mm;

$$F = 2 \cdot 110 \cdot 36{,}923^2 \cdot 10^{-2}/20 = 150 \text{ daN},$$

$$\sigma = 1 \cdot 150 \cdot 110/(12 \cdot 2{,}08) = 661 < 700 \text{ daN/cm}.$$

Pentru comparație: din nomogramele menționate în nota de mai sus se determină:

$$s_{c\theta} \approx 200 \text{ mm}^2 \text{ și } F = 1{,}1 \cdot 140 = 154 \text{ daN}.$$

Alegerea izolatoarelor: SA6 cu $F_r = 375$ daN; rezultă,

$$F = 150 < 0{,}6 \cdot 375 = 225 \text{ daN}.$$

10.3.5. *Alegerea aparatelor de conectare*

Aparatele de conectare de tip interior se utilizează în încăperi închise sau în spații adăpostite, ferite de intemperii și depuneri de praf; cînd aceste condiții nu sînt asigurate (eventual prin climatizare) sau în exterior, se prevăd aparate de tip exterior. La altitudini peste 1 000 m, tensiunea nominală de utilizare se reduce la 95% pînă la 1400 m și la 80% între 1400 și 3000 m.

Performanțele electromagnetice se aleg astfel ca:

— în regim normal de funcționare să aibă:

$$U_{an} \geqslant U_n; \quad I_{an} \geqslant I_c, \tag{10.12}$$

unde: U_{an}, U_n — tensiunea nominală a aparatului, respectiv a rețelei; I_{an}, I_c — curentul nominal aparatului, respectiv încărcarea maximă a circuitului (v. calcularea în § 9.4.1);

— în scurtcircuit să asigure stabilitatea termică și electrodinamică:

$$I_t\sqrt{t} \geqslant I_m; \quad I_d \geqslant i_ș; \quad I_r \geqslant I_a, \tag{10.13}$$

unde: $I_t\sqrt{t}$, I_d — v. explicațiile la relația (10.5); I_r — curentul de rupere al aparatului (cu observațiile de mai jos pentru separatoare); I_a, $i_ș$, I_m — v. relațiile (9.44, 9.46 și 9.47).

În plus se va ține seama de cele menționate mai departe.

Alegerea separatoarelor. Cînd nu avem separator de tensiunea cerută de mediul respectiv, putem utiliza altul de tensiune mai mare sau de tipul de exterior în locul celui de tip interior (dar nu invers).

Separatoarele normale nu se deschid sub sarcină; cu garanția furnizorului, pot rupe sau stabili curenți de mărime neglijabilă în cazul: curenților de mers în gol ai trafo fără întreruptor sau ai unor linii electrice; curenților de magnetizare ai transformatoarelor de măsură. De asemenea, separatoarele de scurtcircuitare (utilizate la stabilirea unei legături voite la pămînt pentru sensibilizarea protecțiilor din amonte în cazul unor defecte în aval nesesizate altfel) se verifică atît la stabilitatea termică și dinamică cît și la timpul de închidere, iar dispozitivele de legare la pămînt în aer, la capacitatea de închidere în cazul cînd poate provoca un scurtcircuit la închidere din lipsa unui blocaj corespunzător la separatoarele de scurtcircuitare anume construite.

În stațiile de MT și 110 kV la consumator acționarea separatoarelor se face cu dispozitive manuale, cu excepția celor de legare la pămînt a neutrului transformatoarelor și o bobinelor de stingere în rețelele cu neutrul izolat, comandate de la distanță pentru protejarea operatorului. Dispozitivele de acționare trebuie să permită blocarea operativă a separatoarelor și dispozitivelor de legare la pămînt în pozițiile închis și deschis, iar blocajul trebuie să permită manevra separatorului cînd sînt îndeplinite condițiile corespunzătoare; în acest scop vor fi prevăzute cu contactele auxiliare necesare, care vor servi și la semnalizarea poziției separatoarelor.

Alegerea întreruptoarelor. *Pentru MT* se va evita utilizarea în interior a întreruptoarelor cu ulei mult, admițîndu-se însă cele cu ulei puțin.

Performanțele electromecanice trebuie să țină seama în plus în principal de:

- Durata admisibilă nominală a curentului de scurt-circuit pe care îl poate suporta întreruptorul în poziția închis (normal 1s);
- Secvența nominală de manevră ($D—t—ID—t'—ID$ sau $ID—t''—ID$, unde: D — deschiderea, ID — închidere urmată imediat de deschidere, $t=3$ min sau $0{,}3$ s, respectiv fără sau cu RAR, $t'=3$ min, $t''=15$ s);
- Durata de funcționare: *de deschidere* (timpul dintre darea comenzii și deschiderea contactelor), *de rupere* (timpul dintre darea comenzii și ruperea arcului — sub 0,15 s pînă la 35 kV și sub 0,08 s peste 35 kV), *de declanșare total* (timpul de funcționare a releelor plus temporizarea voită plus durata de rupere), *de stabilire-deschidere* și de *stabilire-rupere* (timpul dintre momentul stabilirii curentului de scurtcircuit și momentul separării contactelor, respectiv stingerii arcului la toți polii).

Pentru tensiuni sub 1 kV, după caz, se pot utiliza întreruptoare manuale sau automate.

Întreruptoarele manuale trebuie să satisfacă condiția de funcționare în regim normal (10.14) și în scurtcircuit (10.13):

$$I_r \leqslant I_{an} \geqslant I_c, \qquad (10.14)$$

cu mențiunea că nu se acționează în scurtcircuit.

Întreruptoarele automate obişnuite (v. § 3.3.1) se aleg avîndu-se în vedere că:

• Durata de viață este limitată (se recomandă limitarea manevrelor la una/zi pentru $I_{an} \leqslant 1\,600$ A, una/2 zile pentru $I_{an} = 2\,000$; 2500 A, una/săptămînă pentru $I_{an} = 4000$ A;

• Condiția de rezistență la curentul de rupere trebuie corelată cu valoarea curenților de reglaj ai releelor, corelată la rîndul ei cu valoarea curentului nominal al circuitului pe care se montează, chiar dacă pentru aceasta este necesar să se aleagă un aparat cu curent nominal mult mai mare decît al circuitului; dacă întreruptorul cu capacitatea de rupere necesară nu pote fi echipat cu releele corespunzătoare curentului nominal al circuitului, se alege altul cu capacitatea de rupere imediat inferioară care are releele potrivite montîndu-se înaintea aparatului siguranțe MPR cu

$$I_{fn} = (1,7 \dots 2)\, I_c. \qquad (10.15)$$

• Selectivitatea funcționării protecției se asigură prin temporizare diferită: întreruptorul de capăt va fi cu declanșare instantanee, iar cel dinspre sursă cu temporizarea cea mai mare;

• Alegerea releelor termice și electromagnetice ale acestor întreruptoare se face funcție de destinația circuitului conform relațiilor (11.34, 12.9 și 12.10).

Exemplul de calcul 10.5. Pentru PT din exemplul de calcul 9.6 să se aleagă întreruptorul de MT al transformatorului și cel de JT pentru plecare din TGD de 230 A.

Pentru MT aleg IUP-M 10-630 care are:

$U_n = 10$ kV $> U = 6$ kV; $I_n = 630$ A $> I_c = 96{,}3$ A,

$I_r = 200/(1{,}73 \cdot 6) = 19{,}3$ kA $> I_a = 14{,}7$ kA,

$I_d = 76{,}5$ kA $> i_ș = 36{,}9$ kA,

$I_{1t} = 30$ kA $> I_m = 18{,}5$ kA.

Dispozitiv de acționare MRI-0.

Pentru plecarea de 230 A din TGD ar fi necesar un USOL-250 care are însă $I_r = 15$ kA $< 22{,}7$ kA; se alege deci un *USOL – 630 – DM –*

$-LF-DD-I_r = 250$ A pentru protecția liniilor (cu declanșare instantanee și $I_{em} = 4I_r$), care are:

$U_n = 660$ V$>U = 380$ V; $I_n = 630$ A$>I_c = 230$ A,

$I_t = 0{,}92 \cdot 250 = 230$ A; $I_{em} = 4 \cdot 250 = 1000$ A,

$I_r = 25$ kA$>I_a = 22{,}7$ kA.

10.3.6. *Alegerea transformatoarelor de măsură*

Transformatoarele de măsură se aleg de tip interior cînd se montează în încăperi sau în spațiu adăpostit, ferite de intemperii și de depuneri de praf; cînd aceste condiții nu sînt asigurate (eventual prin climatizare) sau în exterior se aleg de tip exterior. La altitudini peste 1 000 m, se consultă întreprinderea producătoare.

Alegerea transformatoarelor de tensiune. Numărul fazelor și conexiunilor înfășurărilor primare se aleg în funcție de numărul de faze ale circuitului primar și de natura receptoarelor care vor fi montate pe înfășurările secundare și anume:

- În rețelele cu neutrul izolat sau legat la pămînt prin bobină de stingere, conform fig. 10.13, *a—f*;

- În rețelele cu netrul legat direct la pămînt, conform fig. 10.13, *g* și *h*;

- Aparatele de măsură și protecție se montează pe aceeași înfășurare secundară, cu excepția celei pentru măsurarea componentei homopolare care se montează pe înfășurarea secundară anume destinată (v. fig. 10.13, *d, f, h*); cînd conductoarele de legătură sînt foarte lungi, se pot alege transformatoare de tensiune cu două înfășurări secundare identice legate în serie, dublîndu-se astfel tensiunea și reducîndu-se corespunzător curentul (aparatele conectate trebuie să satisfacă noua tensiune).

Tensiunea nominală pentru conexiunile din fig. 10.13, *a, b*:

$$U_{1n} = U; \; U_{2n} = 100 \text{ V}, \qquad (10.16)$$

iar pentru conexiunile din fig. 10.13, *c—h*.

$U_{1n} = \sqrt{3}\, U$; $U_{2n} = \sqrt{3}\, 100$ V — înfăşurarea de bază

$U_{sn} = 100/3$ V(fig. *d, f*) sau $U_{sn} = 100$ V (fig. *h*) — înfăşurarea suplimentară. (10.17)

Clasa de precizie: *0,5*, de regulă, pentru aparate de măsură; *1* — pentru relee direcţionale sau de distanţă;

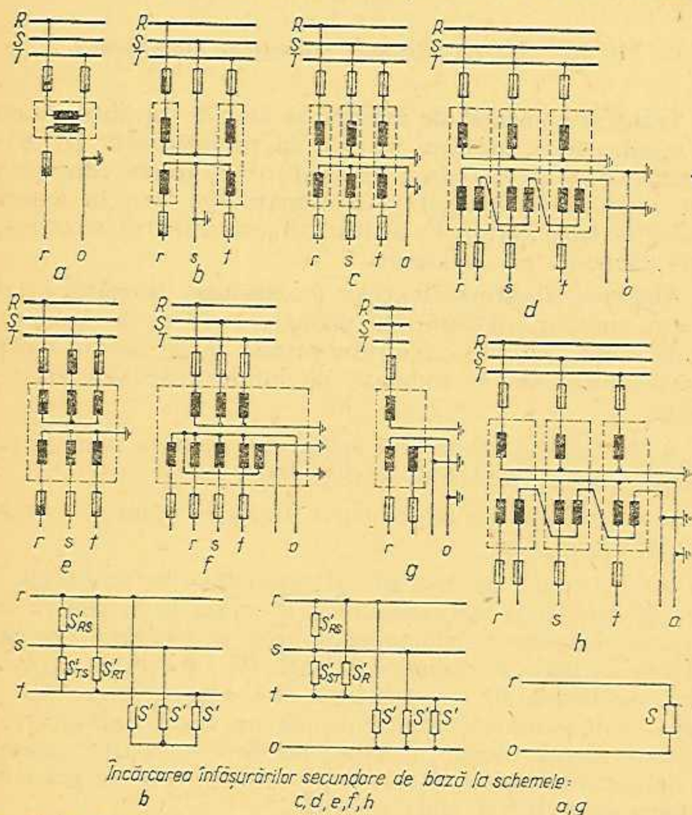


Fig. 10.13. Scheme de conexiuni ale transformatoarelor de tensiune şi de încărcare a înfăşurărilor secundare de bază:

a — f — în reţele cu neutrul izolat (cu transformatoare monofazate sau trifazate); *g, h* — în reţele cu neutrul legat la pămînt (cu transformator monofazat).

3 — pentru relee de timp voltmetric; *conform indicațiilor întreprinderilor* — pentru alte aparate de protecție și automatizare (uneori împreună cu aparatele sînt livrate și transformatoarele de tensiune necesare).

Puterea consumată pe fiecare înfășurare secundară S trebuie să satisfacă condiția:

$$S_{2n} \geqslant S \geqslant S_{2m}, \tag{10.18}$$

unde S_{2n}, $S_{2m} = 0,25\, S_{2n}$ sînt puterea nominală, respectiv minimă admisă pentru garantarea erorilor ale înfășurării secundare.

Încărcarea S se calculează însumînd consumul maxim al aparatelor care pot funcționa concomitent atît în regim permanent (cînd se iau în considerare aparatele de măsurat) cît și în regim de scurtă durată (cînd se consideră aparatele de protecție și automatizare). Relațiile de calcul al încărcărilor pentru schemele din fig. 10.13:

Fig. 10.13,	Relații de calcul: $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$, unde:
a, g	$P = P'$; $Q = Q'$
b	$P_{rs} = P'_{rs} + 0,5(P'_{rt} - \sqrt{3}Q'_{rt} + 3P' - \sqrt{3}Q')$
	$P_{ts} = P'_{ts} + 0,5(P'_{rt} + \sqrt{3}Q'_{rt} + 3P' + \sqrt{3}Q')$
	$Q_{rs} = Q'_{rs} + 0,5(Q'_{rt} + \sqrt{3}P'_{rt} + 3Q' + \sqrt{3}P')$
	$Q_{ts} = Q'_{ts} + 0,5(Q'_{rt} - \sqrt{3}P'_{rt} + 3Q' - \sqrt{3}P')$
c, d	$P_r = P'_r + (3P'_{rs} + 3P'_{tr} + \sqrt{3}Q'_{rs} + \sqrt{3}.Q'_{tr})/6$
și	$P_s = P'_s + (3P'_{st} + 3P'_{rs} + \sqrt{3}Q'_{st} - \sqrt{3}Q'_{rs})/6$
f, h	$P_t = P'_t + (3P'_{tr} + 3P'_{st} + \sqrt{3}Q'_{tr} - \sqrt{3}Q'_{st})/6$
	$Q_r = Q'_r + (\sqrt{3}P'_{rt} - \sqrt{3}P'_{rs} + 3Q'_{rt} + 3Q'_{rs})/6$
	$Q_s = Q'_s = (\sqrt{3}P'_{rs} - \sqrt{3}P'_{st} + 3Q'_{rs} + 3Q'_{st})/6$
	$Q_t = Q'_t + (\sqrt{3}P'_{st} - \sqrt{3}P'_{tr} + 3Q'_{st} + 3Q'_{tr})/6$
e	$P_r = P' + (3P'_{rs} + 3P'_{tr} + \sqrt{3}Q'_{rs} - \sqrt{3}Q'_{tr})/6$
	$P_s = P' + (3P'_{st} + 3P'_{rs} + \sqrt{3}Q'_{st} - \sqrt{3}Q'_{rs})/6$

Fig. 10.13,	Relații de calcul $S=\sqrt{P^2+Q^2}$, unde:
e	$P_t = P' + (3P'_{tr} + 3P'_{st} + \sqrt{3}Q'_{tr} - \sqrt{3}Q'_{st})/6$
	$Q_r = Q' + (\sqrt{3}P'_{tr} - \sqrt{3}P'_{rs} + 3Q'_{tr} + 3Q'_{rs})/6$
	$Q_s = Q' + (\sqrt{3}P'_{rs} - \sqrt{3}P'_{st} + 3Q'_{rs} + 3Q'_{st})/6$
	$Q_t = Q' + (\sqrt{3}P'_{st} - \sqrt{3}P'_{tr} + 3Q'_{st} + 3Q'_{tr})/6$

Cînd consumul aparatelor este dat în VA, pentru calculul lui P și Q se consideră $\cos\varphi = 0{,}8$, $\sin\varphi = 0{,}6$.

Alegerea transformatoarelor de curent. Numărul fazelor pe care se montează: în monofazat — pe fază; în trifazat — funcție de aparatele de măsură și protecție alimentate (pe o singură fază, de preferință S; pe două faze, de preferință R, T; pe toate fazele).

Tensiunea nominală U_n se alege astfel ca

$$U_n \geqslant U \text{ sau excepțional } U_n \geqslant U_M, \qquad (10.19)$$

U, U_M fiind tensiunea nominală, respectiv maximă de lucru a rețelei; ultima condiție se cere la transformatoarele de curent de pe circuitul de legare la pămînt a înfășurării generatoarelor.

Curentul primar nominal I_{1n} se alege față de încărcarea normală I_c sau încărcarea maximă de durată I_{cM} ale circuitului primar, trebuind să îndeplinească condițiile:

$$I_{cM}/1{,}2 \leqslant I_{1n} \geqslant I_c, \qquad (10.20)$$

cînd nu se alimentează aparate de măsură și

$$I_{cM} \leqslant I_{1n} \geqslant I_c/1{,}2, \qquad (10.21)$$

cînd se alimentează aparate de măsură, cu recomandarea ca încărcarea să fie foarte apropiată de cea nominală, pentru precizia funcționării (prima parte a inegalității (10.21) se referă la cazul în care aparatele de măsură n-au scara gradată prelungită peste limita domeniului de măsurare cel puțin pînă la I_{cM}).

Curentul nominal secundar, în instalațiile la consumator, se ia de regulă 5 A (1 A se adoptă în stațiile de 220 kV, în cazul circuitelor de măsură lungi).

Numărul miezurilor se aleg separat pentru aparate de măsură, aparate de protecție (exclusiv diferențială) și automatizare, aparate de protecție diferențială, dispozitive de acționare pentru curent operativ; cînd numărul înfășurărilor pentru protecție nu este suficient, se poate utiliza în acest scop și înfășurarea pentru măsurare.

Clasa de precizie: pentru măsură — *0,5*; pentru protecție și automatizare: relee direcționale, de distanță, diferențiale și de protecție contra punerilor la pămînt — *1*, relee maximale de curent și dispozitive de acționare în curent operativ alternativ — *5P*, relee diferențiale pentru transformatoare de curent produse la noi — *10P*, alte aparate de protecție și automatizare, funcție de eroarea de unghi admisă — *1* sau *3* (ultima negarantată), conform indicațiilor furnizorului.

Coeficientul de saturație al miezurilor n:

- Pentru măsură $n < 10$, preferabil $n < 5$ (pentru a nu crește, înfășurarea de măsură trebuie încărcată prin dimensionarea corespunzătoare a legăturilor, eventual prin înserierea cu aparatele a unor impedanțe auxiliare);
- Pentru protecție n se stabilește funcție de erorile admise de aparate, indicate de furnizor; cînd este insuficient, n se poate mări prin reducerea sarcinii pînă la valoarea garantată de furnizor, potrivit relației:

$$i'/n = S/S', \qquad (10.22)$$

sau prin mărirea curentului primar, cu dezavantajul creșterii erorilor.

Puterea consumată pe fiecare înfășurare secundară a transformatorului S trebuie să satisfacă condiția (10.18); în acest caz $S_{2m} = 0$; $0,25 S_{2n}$; $0,5 S_{2n}$, respectiv pentru clasele 0,2—0,5; 1; 3.

Încărcarea fiecărei înfășurări secundare a transformatorului:

$$S_{r(s,t)} = S_a + 1,1 S_c, \qquad (10.23)$$

$$S_a = \sum_{i=1}^{n} (S_{ai} + 2,5\, n); \; S_c = \rho l_c I_{2n}^2 / s_c.$$

unde: S_a, S_{ai}, S_c sînt pierderile în bobinele de curent ale aparatelor conectate (a — toate, ai — unul din ele), respectiv în conductoarele de legătură, VA; $2{,}5\,n$ — pierderile în contactele celor n aparate conectate, VA; ρ, s_c — rezistivitatea, secțiunea conductoarelor de legătură, respectiv în $\Omega mm^2/m$, mm^2; I_{2n} — curentul secundar nominal; l_c — lungimea de calcul a conductoarelor de legătură egală, pentru cazurile de conexiuni a, b, e din fig. 4.6, respectiv cu:

$$l_c = l_f;\ l_c = 1{,}73\, l_f;\ l_c = 2\, l_f. \tag{10.24}$$

Exemplul de calcul 10.6. Să se aleagă transformatoarele de curent montate pe fazele RT ale sosirii pe barele de 6 kV din PT — exemplul de calcul 9.6, cunoscînd că $I_c = 180$ A și că se măsoară curentul pe o fază și energia activă și se adoptă protecție maximală de curent cu tăiere rapidă și temporizată.

Se alege *CIRS 10 – 2 × 200/5A* care are:

$$U_n = 10\ \text{kV} > U = 6\ \text{kV};\ I_{1n} = 200\ \text{A} > I_c = 180\ \text{A},$$

$$I_{2n} = 5\ \text{A};\ \text{Clasa precizie } 0{,}5/1;\ S_{2n} = 15/30\ \text{VA}.$$

Încărcarea maximă a înfășurărilor secundare:

— pentru măsură:

$$S_a = 4 + 1{,}2 + 2 \cdot 2{,}5 = 10{,}2\ \text{VA}$$

$$S_c = 1{,}1 \cdot 10 \cdot 5^2/(57 \cdot 4) = 1{,}1\ \text{VA}$$

$$S_{2n} = 15\ \text{VA} > S_2 = 11{,}3\ \text{VA} > S_{2m} = 0{,}25 \cdot 15 = 3{,}75\ \text{VA}$$

— pentru protecție:

$$S_a = 4 + 4 + 3 \cdot 2{,}5 = 15{,}5\ \text{VA}$$

$$S_c = 1{,}1{,}10 \cdot 5^2/(57.16) = 0{,}3\ \text{VA}$$

$$S_{2n} = 30\ \text{VA} > S_2 = 15{,}8\ \text{VA} > S_{2m} = 0{,}25 \cdot 30 = 7{,}5\ \text{VA}.$$

Verificarea la stabilitate termică a conductoarelor (m — măsură, p — protecție):

$$K_n = 200/5 = 40,$$

$$s_{cm} = 1 \cdot 18\ 509/(40 \cdot 130) = 3{,}56 < 4\ \text{mm}^2,$$

$$s_{cp} = 3 \cdot 18\ 509/(40 \cdot 130) = 10{,}6 < 16\ \text{mm}^2.$$

10.4. Protecția și automatizarea instalațiilor de conexiuni și transformatoare

10.4.1. *Protecția barelor colectoare și cuplelor*

Tipuri de protecție specifice (fig. 10.1.4)

Specificație	Condiții de dimensionare și utilizare
Protecție diferențială completă-PDC	Treapta I: $0,1k_{s1}I_{scM}/n_i \leqslant i_{prI} \geqslant k_{s2}I_{cM}/n_i$; $k_{s1}=1,5$; $k_{s2}=1,2$ Treapta II: $i_{prII}=k_s i_{dez}=0,6 \ldots 1$ A. Temporizarea se reglează cu o treaptă peste temporizarea maximă a plecărilor din bare
Protecția diferențială incompletă – PDI	Treapta I: $i_{prI}=k_s I_{scM}/n_i$; $k_s=1,2 \ldots 1,4$ Treapta II: $i_{prII}=I_{ct}k_s/k_r$; $k_s=1,2$; $k_r=0,85$. Temporizarea se reglează cu o treaptă peste temporizarea maximă a liniilor racordate la bare

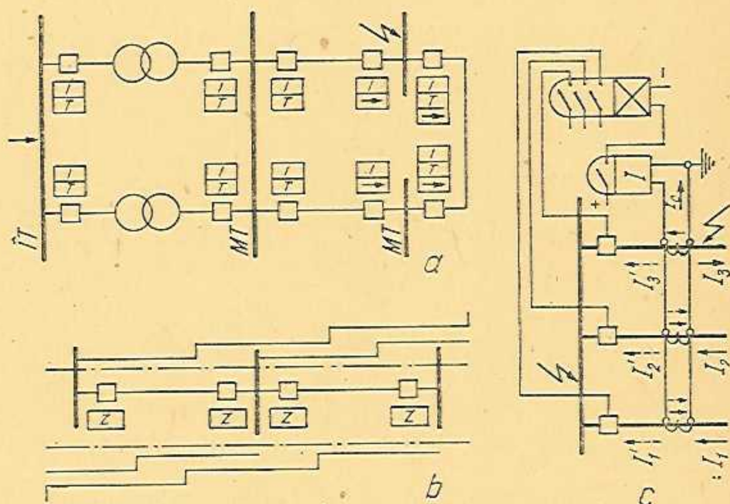


Fig. 10.14. Scheme de principiu pentru protecția barelor colectoare:
a – prin protecțiile maximale ale liniilor și transformatoarelor vecine; *b* – prin protecțiile de distanță ale liniilor; *c* – rin protecție diferențială propric.

Specificație		Tip protecție și condiții de alegere	
Bare colectoare	6÷10 kV	PDI	ST110/6÷35 kV: cînd protecția elementelor vecine nu asigură stabilitatea sistemului energetic, selectivitatea protecției, stabilitatea termică a instalației și funcționarea fără perturbații a consumatorilor racordați. Bare 20÷35 kV: cînd trebuie să funcționeze continuu cu 2 secții sau sisteme de bare, cu cupla închisă, dacă protecția de separare prin cuplă nu satisface condițiile de funcționare sigură a sistemului.
	20÷35 kV	PDI sau PDC, funcție de condițiile de stabilitate	
	110 kV	PDC, de regulă fără temporizare, sau cu 2 trepte, cînd condițiile de siguranță o cer (tr. I — cuplă transversală, tr. II — rest)	
Cuple între secții și sisteme de bare	Transversală	Sistem de protecție care să poată: constitui rezervă protecției oricărei linii racordate la barele respective, dacă protecția proprie liniei nu este disponibilă; separa cele 2 sisteme de bare, dacă aceasta n-a fost făcută de protecția barelor sau a liniilor racordate la bare.	
	Combinate	Recomandabil același sistem de protecție ca la linii (v. § 10.4.2), care să satisfacă cele două condiții de la cuplele transversale; în plus, se va prevedea dispozitiv de reanclanșare automată.	
	Longitudinală	De regulă cu protecție maximală temporizată P.M.T. (v. § 10.4.2)	
	De transfer	Echipată cu transformatoare de curent: același sistem de protecție ca la majoritatea liniilor racordate plus dispozitiv de reanclanșare automată. Fără transformatoare de curent: întreruptorul cuplei va fi acționat de protecția liniei sau transformatorului transferate.	

10.4.2. *Protecția liniilor*

Tipuri de protecție (fig. 10.15)

Specificația			Tipul protecției și condițiile de alegere
Protecții contra scurtcircuitelor polifazate	Protecție maximală	rapidă (secționare de curent) – PMR	$i_{pr} = k_s I_c / n_i$; $k_{sens} = 1{,}5$; $k_s = 1{,}3 \ldots 1{,}4$ (față de liniile din aval, $k_{sens} = 1{,}2$)
		temporizată – PMT	$i_{pr} = k_s I_c / k_r n_i$; $k_{sens} = 1{,}5$; $k_s = 1{,}5 \ldots 1{,}25$; $\Delta t_{pr} = 0{,}5 \ldots 0{,}7$ s.
	Protecție maximală direcțională – PMD		Poate fi rapidă (PMDR) temporizată (PMDT); i_{pr} – v. PMR respectiv PMT; se cere conectare polarizată pentru α optim.
	Protecția diferențială transversală direcțională – PDT		$0{,}1 k_{s1} I_{sc \cdot exM} / 2n_i \leqslant i_{pr} > i_{dezM}$; $k_s = 1{,}15$; blocaj contra declanșării unui întreruptor cînd: 1) celălalt este deschis; 2) primește comandă de declanșare de la protecție.
Protecții maximale	Protecție de distanță – PD		$Z_{pr} = U_m^2 k_r / k_s S_c$; $k_r = 0{,}8 \ldots 0{,}9$; $k_s = 1{,}15 \ldots 1{,}25$; $t_{prI} = 0{,}1 \ldots 0{,}3$ s (timpul de funcționare al releelor); $t_{prII} = t_{prI} + \Delta t_{pr}$
	Protecție comparativă longitudinală	de curent (diferențială longitudinală) PDL	$i_{pr} = i_{dez}$ (i_{dez} dat de erorile transformatoarelor de curent); legături polarizate; supraveghere continuitatea legăturilor instalației
		secțională – PCS	La cele două capete ale liniei – protecție de distanță sau maximale direcționate.
		cu transmiterea comenzii la capătul opus – PTC	Combină protecțiile de la capetele liniilor (de regulă, de distanță) cu dispozitive auxiliare de comandă și transmisie sau înaltă frecvență

	Specificația	Tipul protecție și condițiile de alegere
Protecție contra scurtcircuitelor monofazate în rețele cu neutrul legat la pămînt direct sau prin rezistențe	Protecție maximală homopolară – PMHo	$i_{pr} = (0,4 \ldots 0,6)\ I_c/n_i$; poate fi rapidă (PMHoR) sau temporizată (PMHoT); $\Delta t_{pr} = 0,5 \ldots 0,7$ s; pentru aceiași linie $t_{prH} < t_{prM}$
	Protecție maximală homopolară direcțională PMHoD	$i_{pr} = (0,4 \ldots 0,6)\ I_c/n_i$; respectarea polarității legăturilor dintre relee și transformatoarele de măsură.
	Protecție homopolară diferențială transversală direcțională – PHoDT	$i_{pr} = (0,4 \ldots 0,6)\ I_c/n_i$; respectarea polarității legăturilor dintre relee și transformatoare de măsură.
Protecție contra punerilor la pămînt în rețele cu neutrul izolat sau tratat	Protecție maximală homopolară – PMH	$(I_{cr} - I_{c1})/k_{sens}n_i = i_{pr} = k_s I_{c1}/n_i$; $I_c = Ul/k_c$; $k_{sens} = 2$; $k_s = 4 \ldots 5$; $k_c = 10$ la LES: $k_c = 350$ – la LEA (U în kV, l în km)
	Protecție homopolară direcțională – PHD	Aceleași condiții ca în cazul precedent.
	Semnalizarea generală a punerilor la pămînt SPP	În stațiile cu mai puțin de 3 linii sau de mică importanță, cînd selectarea punerilor la pămînt poate fi făcută prin deconectări succesive.

Alegerea tipurilor de protecții

Linii	Tipul protecțiilor și condițiile de utilizare	
	Rețele cu neutrul izolat sau legat la pămînt prin bobine de stingere	
Radiale terminale	PMT cu temporizare minimă + PMH, cînd este necesară (v. coloana 3 din tabel)	Protecția: — se montează pe 2 faze, aceleași pe întreaga rețea legată galvanic;
Linii radiale succesive alimentate la un cap	Contra scurtcircuitelor polifazate: — tr. I (cînd e necesară), după caz: PMR, PMT (cu timp scurt, pentru asigurarea sensibilității), PDL sau PCP (cînd defectul trebuie eliminat rapid, oriunde s-ar găsi pe linie) + tr. II: PMT; — PD în trepte, la liniile cu $U \geq$ 20 kV, cînd după linia principală urmează minim 2 inii succesive. Contra punerilor la pămînt: PHD, cînd este necesară (v. coloana 3).	— de regulă cu o singură temporizare; se admit 2 trepte (tr I — rapidă, trII-temporizată) cînd o singură treaptă: ● perturbă consumatorii de pe liniile vecine sănătoase;
Linii simple alimentate la ambele capete	Contra scurtcircuitelor polifazate: — tr. I (cînd e necesară), după caz: PDL sau PCP (v. sus), PMR, PMDR + tr. II: PMT, PMDT; — PD, cînd selectivitatea, rapiditatea deconectării și independența acționării o cer. Contra punerilor la pămînt: PHD, cînd este necesară (v. coloana 3).	● micșorează eficiența RA sau AAR la consumatorul alimentat prin linia avariată; ● duce la $t_{pr} \geq 3s$ la trafo din amonte cu $U_n \geq 110$ kV.
Linii duble	Contra scurtcircuitelor polifazate: — v. cazurile anterioare; se poate prevedea și PDT ca protecție suplimentară Contra punerilor la pămînt: PHD cînd este necesară (v. coloana 3).	— nu se prevede tr_I la liniile cu reactoare, defectele lor eliminîndu-se de protecțiile din amonte.
Linii cabluri	Contra suprasarcinilor sistematice posibile — prin PMT.	PMH și PHD se prevăd cînd nu-i recomandabilă numai SPP

Linii		Tipul protecțiilor și condițiile de utilizare
		Rețele cu neutrul legat la pămînt direct sau prin rezistență
Linii radiale alimentate la un singur capăt	terminată cu o stație fără plecări la aceeași tensiune	Contra scurtcircuitelor dintre faze: de regulă PMR (desensibilizată de I_{sc} de pe bara de JT a stației și cu o temporizare mai mare cu o treaptă decît temporizarea protecției rapide contra defectelor interne ale transformatoarelor) + PMT. Contra scurtcircuitelor monofazate; PMHo sau (cînd aportul de curent homopolar al transformatoarelor din aval ia valori care duc la declanșarea protecției la defecte monofazate în amonte) PHoD; t_{prH} — ca la PMR.
	cu derivații la ST	Ca în cazul precedent, cu deosebirea că tr. I se desensibilizează față de bara de JT cu cel mai mare I_{sc}, iar tr. II se reglează la I_{cM} posibil pe linie.
Linii de interconexiune		Contra scurtcircuitelor între faze și monofazate: — de regulă PD (de bază) + PHoD cu 1 sau 2 trepte (de rezervă); — cînd defectul trebuie deconectat rapid de pe întreaga linie: PTC (cu PD la capete) — de bază + PoDH — de rezervă; — la liniile scurte sub posibilitatea de reglaj a treptei rapide; PDL — de bază + PD — de rezervă.
Linii duble		Pentru funcționarea simultană: PHoD + (se admite) PDT. Cînd poate funcționa numai una din linii — fiecare cu protecție completă ca o linie unică.

Notă: Acționarea protecțiilor:

— contra scurtcircuitelor polifazate — la declanșare;

— contra punerilor la pămînt — la semnalizare (de regulă) sau la declanșare (cînd punerile la pămînt periclitează viața omului sau nu asigură stabilitatea termică a instalației de legare la pămînt).

Toate declanșările se semnalizează optic și acustic.

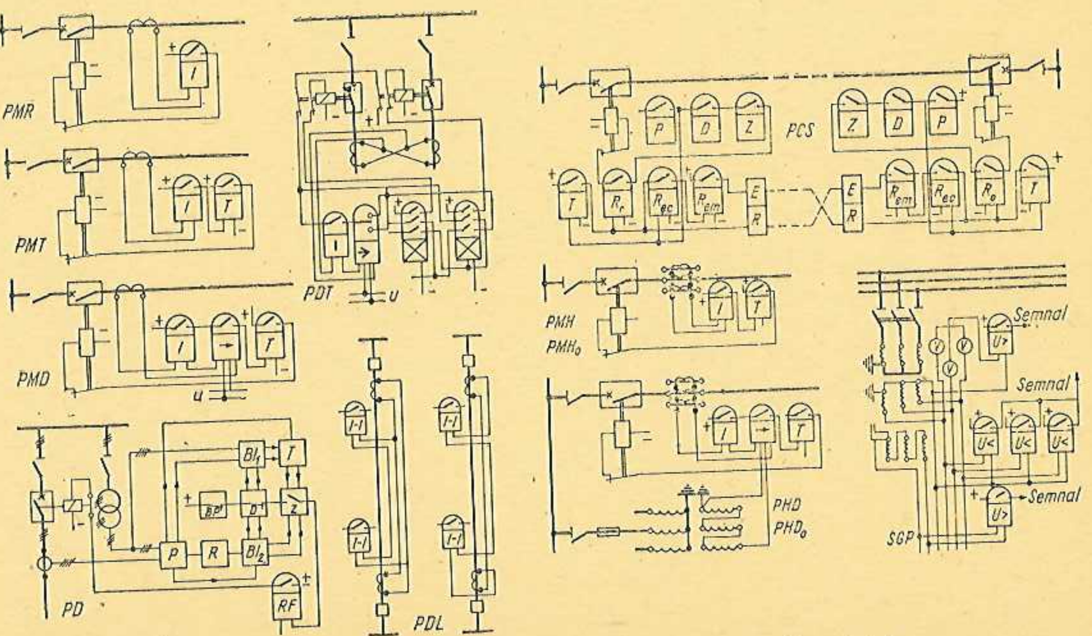


Fig. 10.15. Scheme de principiu pentru protecția liniilor electrice.

10.4.3. *Protecția transformatoarelor*

<table>
<tr><th colspan="2">Specificația</th><th colspan="2">Condițiile de acționare și utilizare</th></tr>
<tr><td colspan="4">Protecții contra defectelor interne</td></tr>
<tr><td colspan="2">Protecție de gaze – PG</td><td colspan="2">Acționează la: degajări slabe de gaze (semnalizare), nivel scăzut de ulei (semnalizare) și degajări intense de gaze (declanșare întîrziată); în ultimul caz se admite numai semnalizare dacă $t_{pr} \leqslant 0,5$ s la $S_T \leqslant 1,6$ MVA, cu protecție proprie de scurtcircuit la trafo, și la $S_T \leqslant 6,3$ MVA fără întreruptor, protejat de protecția de curent din amonte.
Se prevede: normal, pentru $S_T \geqslant$ 1MVA; cînd există sursă de c.c. operativ și întreruptor pe alimentarea transformatorului și pentru $S = 100 \div 630$ kVA.</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Protecție diferențială</td><td>cu tăiere de curent – PDC</td><td>$i_{pr} = (3 \div 5) I_n / n_i$; $k_{sens} \geqslant 1,5$ prin asigurarea unei temporizări de $0,04 \div 0,06$ s prin RI</td><td rowspan="4">Acționează la defecte: interioare, la borne, pe legăturile spre bare.
Se prevede: normal la $S_T \geqslant$ 10 MVA; se admite și pentru $S_T <$ 10 MVA cînd funcționează în paralel (pentru protecție selectivă) sau pentru $S_T \geqslant$ 1 MVA pentru SI (cînd secționarea de curent nu asigură sensibilitatea cerută și are $t_{pr} > 0,5$ s.
Dintre tipurile de protecție menționate alăturat se alege cel care asigură condițiile de sensibilitate cerute; ordinea de alegere, cea dată alăturat</td></tr>
<tr><td>cu transformatoare cu saturație rapidă – PDS</td><td>$k_{s_1} I_n / n_i = i_{pr} = k_{s_2} i_{dez}$; $k_{s_1} = 1,3 \div 1,5$; $k_{s_2} = 1,2 \div 1,3$; $w_1 = 60 / i_{pr}$; $w_e' = w_e (i_I - i_{II}) i_{II}$; $w_e' = (i_I - i_{III}) i_{III}$</td></tr>
<tr><td>cu frînare – PDF</td><td>Cu relee maximale de curent, conectate prin transformatoare cu saturație rapidă cu acțiune de frînare</td></tr>
<tr><td>cu blocaj PDB</td><td>Blochează protecția contra armonicilor superioare ale I_{mag}.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Protecție de secționare de curent – PMR</td><td colspan="2">Acționează la scurtcircuite interne, pentru completarea protecției de gaze. Se alege cînd nu se prevede protecție diferențială; poate fi înlocuită de PMC cu $t_{pr} \leqslant 1$ s la trafo cu $S_T <$ 10 MVA și $U_{n_1} \geqslant 35$ kV.
Parametrii: $k_{s_1} I_n / n_i = i_{pr} = k_{s_2} I_{scM} / n_i$; $k_{s_1} = 3 \div 5$; $k_{s_2} = 1,2 \div 1,4$ (pentru RC), $1,5 \div 1,6$ (pentru RTpC); I_{scM} – pe bara dinspre sarcină; $k_{sens} = I_{sc}^{(2)} / i_{pr} n_i \geqslant 2$.</td></tr>
</table>

Specificația	Condițiile de acționare și utilizare	
	Protecția contra supracurenților provocați de scurtcircuite exterioare	
Prin siguranțe fuzibile — PSC	Se poate prevedea pentru $S_T \leqslant 1$ MVA. Alegerea curentului nominal al fuzibilului — v. fig. 3.5	
Protecție maximală de curent — PMC	La transformatoarele coborîtoare, cînd nu se adoptă PMCTm. $i_{pr} = k_s I_{cM}/k_r n_i$; $k_s = 1{,}2 \div 1{,}5$; $k_r = 0{,}85$; $k_{sens} = 1{,}2$ (față de prima bară), 1,2 (față de a doua bară)	Se montează pe două faze (cînd punctul neutru este izolat) sau pe trei faze (cînd punctul neutru este legat la pămînt). Acționează la declanșarea întreruptoarelor tuturor înfășurărilor.
Protecție maximală de curent cu blocaj de tensiune minimă — PMCTm	La $S_T \geqslant 4$ MVA cu alimentare bilaterală. $i_{pr} = k_s I_n/k_r n_i$; k_s, k_r — v. PMC; $u_{pr} = U_m/k_s k_r n_u$; $U_m = 0{,}9 \div 0{,}95) U_n$; $k_s = 1{,}1 \div 1{,}2$; $k_r > 1$	Pe partea de joasă tensiune a transformatoarelor coborîtoare cu $U_{n1} \leqslant 20$ kV se montează siguranțe generale sau un întreruptor automat general.
	Protecția contra scurtcircuitelor monofazate de la transformator sau din rețea	
Protecție de curent homopolar — PCH	$i_{pr} = (0{,}4 \div 0{,}8)\ I_n/n_i$ 2,5 ÷ 3A; t_{pr} cu o treaptă peste temporizarea protecțiilor homopolare de linie	Numai la trafo cu neutrul legat la pămînt, cu alimentare bilaterală.
Protecție de tensiune homopolară — PUH	$u_{pr} = 15$ V (care desensibilizează protecția de tensiunile de dezechilibru posibile la bornele filtrului.	
	Protecții suplimentare	
Protecție contra suprasarcinilor — PMT	$i_{pr} = k_s I_n/k_r n_i$; $k_s = 1{,}05$; $k_r = 0{,}85$; $t_{pr} = 10$ s. Se prevede la trafo cu $S_T \geqslant 0{,}4$ MVA care funcționează în paralel sau destinate să preia și sarcina altor transformatoare în caz de avarie a acestora.	
Protecție contra supratemperaturii — PST	Normal la $S_T \geqslant 10$ MVA; se admite și de la $S_T \geqslant 4$ MVA. Acționează normal la semnalizare; în stațiile fără personal permanent, la declanșare cu mare întîrziere.	
Protecție de cuvă — PC	Acționează la defecte interne cu punere la pămînt. Poate înlocui protecția diferențială la trafo cu $S_T \leqslant 25$ MVA. Condiții: $i_{pr} = k_s k_{rep} b I_{sc}$; $k_{sens} = I_{sci}/I_p \geqslant 2$; $k_s = 3 \div 4$; $k_{rep} = 0{,}0025$.	

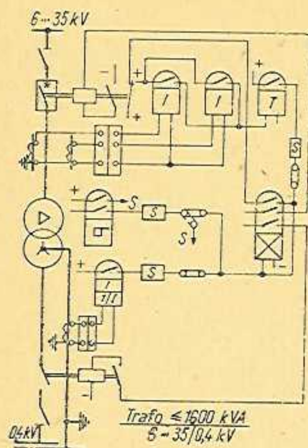
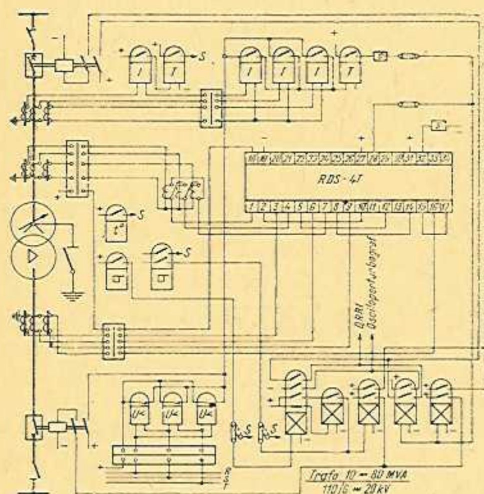


Fig. 10.16. Scheme de principiu pentru protecția transformatoarelor.



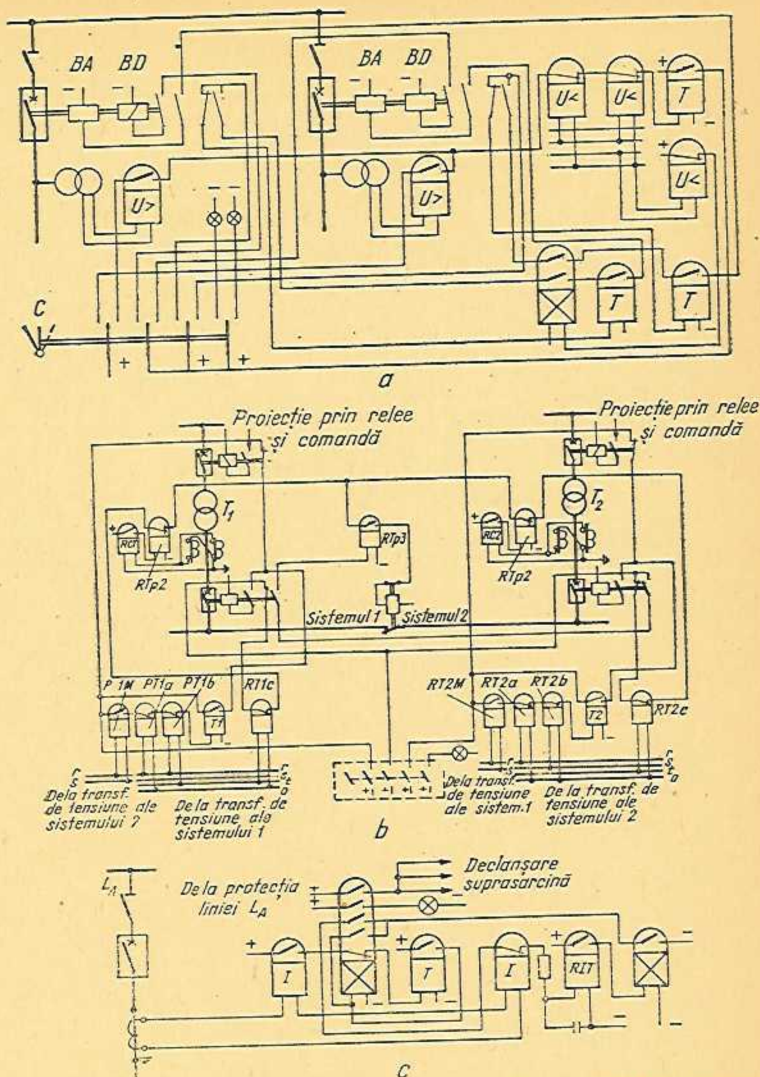


Fig. 10.17. Scheme de principiu pentru automatizarea rețelelor electrice:
a — anclașarea automată a liniei de rezervă; *b* — idem, a cuplei la căderea unuia din fiderii celor două secții de bare; *c* — descărcarea automată a sarcinii.

10.4.4. *Instalații de automatizare uzuale în rețelele electrice ale consumatorilor*

Tipul	Condițiile de utilizare și funcționare
Reanclanșarea automată — RA	Se prevede la toate LEA cu $U > 1$ kV; după caz, și la liniile mixte (aeriene și subterane). Poate fi rapidă — cu pauză sub 1 s — RAR și lentă — cu pauze mai mari — RAL. Condiții: intrarea în funcțiune, pe baza acționării protecției sau necorespondenței dintre pozițiile întreruptorului și cheii de comandă, dar nu la deconectarea voită a întreruptorului sau la conectarea lui voită pe defect.
Anclanșarea automată a rezervei — AAR, fig. 10.17 *a*, *b*	Se prevede: la toate instalațiile de conexiuni și distribuție cu 2 căi de alimentare, la care sînt racordați consumatori importanți. Condiții: acționarea AAR se face cu controlul prezenței tensiunii pe fiderul de rezervă și după deconectarea fiderului principal; va avea un singur ciclu și va fi semnalizată; nu va acționa la arderea unei siguranțe din secundarul transformatorului de tensiune.
Descărcarea automată a sarcinii — DAS, fig. 10.17, *c*	Condiționată de valoarea curentului din calea de alimentare. La restabilirea valorii admise a curentului din calea de alimentare, sarcina deconectată poate fi reconectată automat prin RARS, dacă nu-i posibilă reintrarea în condițiile DAS.

10.5. Exploatarea, întreținerea și repararea instalațiilor de conexiuni și transformare

Instalațiile de conexiuni

a. *Controlul instalațiilor:*

— cu personal permanent — pe schimburi; o dată pe lună, pe întuneric, pentru observarea efectului corona, contactelor slabe, depunerilor pe izolatoare etc.;

— fără personal permanent — de 2 ori pe lună;

— la toate — după fiecare scurtcircuit;

— în condiții speciale (mediu nociv, importanță vitală etc.) controlul poate fi intensificat.

Rezultatul controlului va fi consemnat iar deficiențele remediate în timp oportun.

b. *Reparațiile curente*, cu verificarea dispozitivelor de acționare și încercarea izolației, vor fi făcute după un grafic anual, avîndu-se în vedere ca:

— lucrările să nu stînjenească electroalimentarea corespunzătoare, corelîndu-se cu timpul de pauză sau activitate redusă a consumatorului;

— la instalațiile de IT, orice lucrări se vor executa pe bază de dispoziție și foaie de manevră;

— la instalațiile de aer comprimat se va urmări puritatea aerului, evacuîndu-se periodic apa din elementele instalației, controlîndu-se și curățindu-se filtrele de aer dinaintea întreruptoarelor.

c. *Reparațiile capitale* ale aparatelor se vor face după instrucțiunile furnizorilor; în lipsa instrucțiunilor, dacă constatările controalelor nu cer intervenții imediate, perioadele de reparare vor fi:

— la întreruptoare — la 3 ani (cu ulei mult), la 2 ani (cu ulei puțin), neplanificat (după 4 acționări la protecție);

— la separatoare: — la 5 ani; dispozitivele lor de acționare la distanță — la 3 ani;

— la barele colectoare — la 5 ani;

— alte părți ale instalației — funcție de rezultatele controalelor.

Instalațiile de transformare (v. § 6.1.5)

Instalațiile de protecție și automatizare. Montajul se face de personal calificat, iar verificările și reglajele, de personal PRAM — grupa IV NPM.

Înaintea punerii în funcțiune, se fac reglajele, probele individuale și de ansamblu, sigilarea și predarea instalației împreună cu documentația tehnică necesară (scheme, plan reglaje corelat cu IFE, planuri montaj, tabele marcaje,

instrucțiunile cu fișele tehnice și buletinele de calitate ale aparatelor, procesele verbale sau buletinele încercărilor pe șantier).

Punerea în funcțiune va fi făcută de formația PRAM a consumatorului în prezența personalului operativ (special instruit); tot această formație va face:

— verificările periodice și accidentale (de regulă o dată cu ale aparatelor comutației primare);

— probele corespunzătoare după orice lucrare executată;

Personalul operativ: va observa permanent funcționarea instalației, o va curăți periodic de praf, va avea rezervă de siguranțe și lămpi de semnalizare.

11. INSTALAŢII ELECTRICE DE FORŢĂ

11.1. Pornirea motoarelor electrice de acţionare

11.1.1. *Pornirea motoarelor electrice asincrone în colivie*

Pornirea prin conectare directă la reţeaua de alimentare (fig. 11.1) se adoptă cînd motorul are $P_n \leq 4$ kW — 220 V, 5 kW — 380 V, consumatorul fiind racordat direct la reţeaua de JT a IFE, sau $P_n \leq 0{,}2S_T$, consumatorul fiind racordat prin instalaţie proprie de transformare la reţeaua de MT sau IT a IFE (S_T — puterea nominală a transformatoarelor care pot alimenta în paralel pornirea motorului).

Funcţie de necesităţile de acţionare, conectarea se poate face:

— prin întreruptor manual (de regulă cu motoare pînă la 1 kW cu suprasarcină improbabilă — v. § 11.2.1);

— prin contactor fără (v. paranteza de sus) sau cu relee termice sau prin întreruptor automat, comandate local sau de la distanţă, manual sau automat (cazuri obişnuite).

Valorile curentului şi cuplului de pornire faţă de valorile nominale sînt date de relaţiile:

$$I_p = k_I I_n; \quad M_p = k_M M_n, \tag{11.1}$$

unde: $k_I = 4 \ldots 7{,}5$ iar $k_M = 1{,}6 \ldots 2{,}2$ funcţie de caracteristicile motorului (v. § 7.2.3).

Alegerea aparatelor de conectare trebuie să asigure capacitatea de conectare din momentul pornirii, iar a celor de protecţie, nefuncţionarea sub acţiunea curentului de pornire.

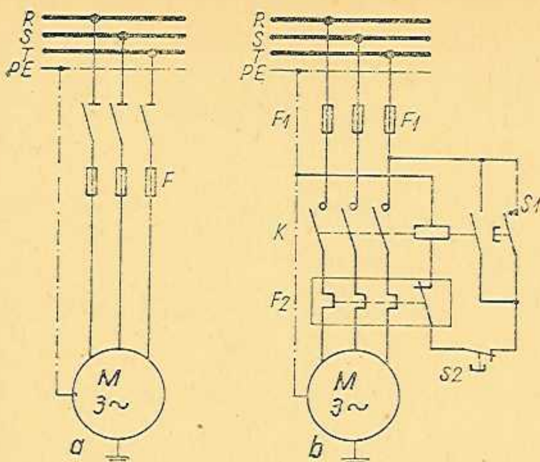


Fig. 11.1. Pornirea motoarelor asincrone în colivie prin conectare directă:

a — prin întreruptor manual; *b* — prin contactor comandat de la distanță (simbolizare — v. § 1.7.2).

Pornirea prin comutator stea-triunghi (fig. 11.2) se adoptă cînd motoarele depășesc puterile maxime admise pentru pornirea directă și pînă la 75 ... 100 kW (pentru puteri mai mari nu se obțin rezultate satisfăcătoare din cauza valorilor mari ale șocurilor și variațiilor de curent și cuplu din momentul comutației).

Conectarea se face prin comutatoare stea-triunghi manuale sau automate (v. § 3.7.1), după cum nu este sau este necesară comanda de la distanță sau automată.

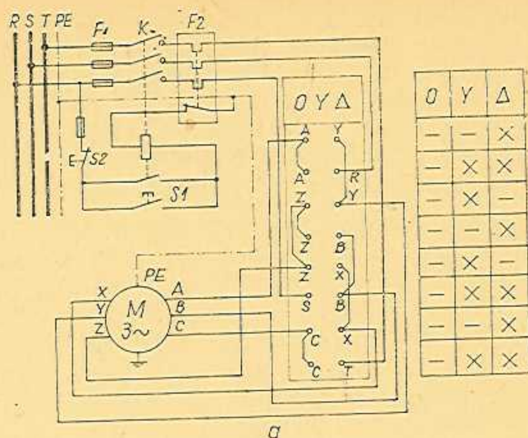
Față de pornirea directă, curentul și cuplul de pornire au valorile date de relațiile:

$$I_{pY\Delta} = I_p/3; \quad M_{pY\Delta} = M_p/3. \tag{11.2}$$

Avantajul scăderii curentului de pornire este limitat de scăderea în același raport a cuplului de pornire, motiv pentru care trebuie verificat ca să fie satisfăcută relația

$$M_{pY\Delta} \geqslant M_{ro}, \tag{11.3}$$

M_{ro} fiind cuplul rezistent din momentul pornirii.



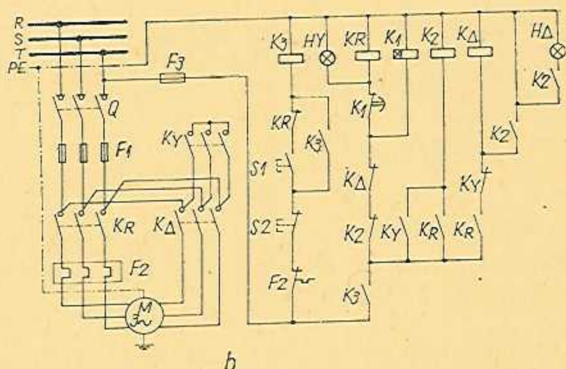


Fig. 11.2. Pornirea motoarelor asincrone în colivie prin comutator stea-triunghi:
a — manual; *b* — automat.

Alte condiții ce se cer la acest gen de pornire:

— Tensiunea motorului acționat trebuie să fie astfel ca în conexiunea de regim normal (triunghi) să primească tensiunea de linie a rețelei de alimentare, adică:

U_n rețea, V	220	380	500
U_n motor, V	380/220	660/380	865/500

— Capacitatea de închidere și de rupere a contactelor trebuie să reziste curenților acționați la comutare;

— Comutația din stea în triunghi trebuie reglată (la comutatoarele automate) sau manevrată (la cele manuale) pentru momentul în care cuplul motor al conexiunii în stea are aceeași valoare cu cuplul rezistent și punctul de funcționare pe ramura stabilă a funcționării sale.

Pornirea prin autotransformator (fig. 11.3) se adoptă cînd motoarele au puteri peste 75 ... 100 kW și nu-i posibilă pornirea directă sau prin comutator stea-triunghi.

Autotransformatoarele de pornire pot fi comandate manual, prin controler inclus, sau automat, de la distanță (v. § 3.7.2).

Față de pornirea directă curentul și cuplul de pornire au valorile date de relațiile:

$$I_{pAT} = I_p/k_{AT}^2; \quad M_{pAT} = M_p/k_{AT}^2, \qquad (11.4)$$

ceea ce înseamnă că se pot obține valori convenabile pentru I_{pAT}, însă este necesară verificarea $M_{pAT} > M_{r_0}$ (k_{AT} — raportul de transformare al autotransformatorului; pentru § 7.3.2: $U_1/U_2 = 1/0,64 = 1,57$).

Alegerea autotransformatoarelor menționate în § 7.3.2:

$$U_{AT} = U_n; \quad S_{AT} \geqslant 0,71\, U_n I_n k_I, \qquad (11.5)$$

unde U_n, I_n, k_I sînt datele nominale ale motorului.

Pornirea prin reactor (fig. 11.4) se adoptă mai rar, pentru motoare de mare putere și MT, cînd nu sînt autotransformatoare.

Reactoarele utilizate pot fi de tipul BR (§ 3.6.1), comutate prin separatoare de sarcină (§ 3.2.1), contactoare sau întreruptoare automate (§ 3.5.2), comandate de regulă manual de la distanță. Introducerea în circuit a reactorului se face numai pe perioada pornirii.

Față de pornirea directă, curentul și cuplul de pornire prin reactor, I_{pR}, M_{pR}, vor avea valorile:

$$I_{pR} = I_p x_{mot}/x_p; \quad M_{pR} = M_p x_{mot}^2/x_p^2, \qquad (11.6)$$

unde: x_{mot} este reactanța inductivă pe fază a motorului, în Ω; $x_p = x_{mot} + x_R$ — reactanța totală de pornire pe fază, în Ω (x_R — reactanța reactorului).

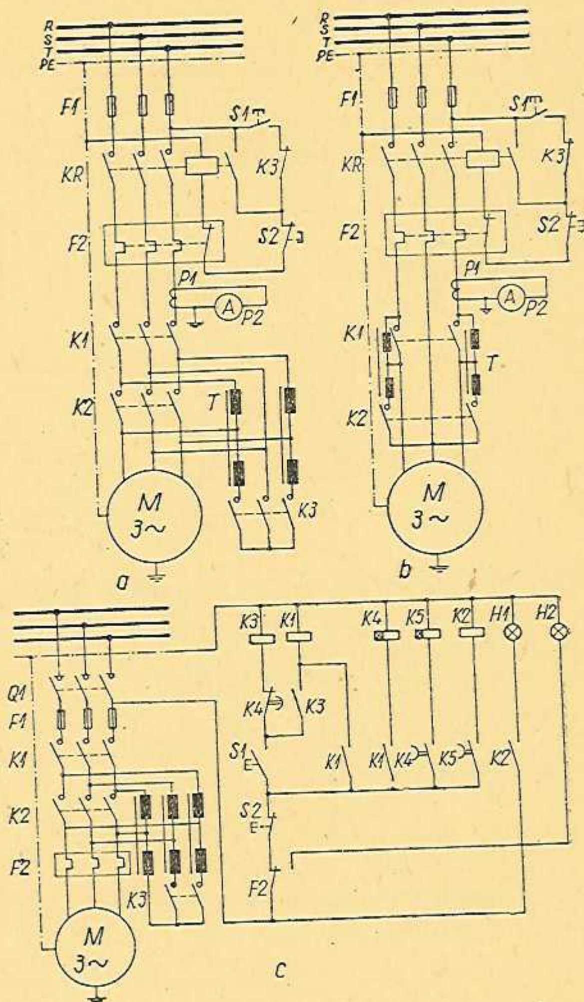


Fig. 11.3. Pornirea motoarelor asincrone în colivie prin autotransformator:
a — cu comandă manuală cu 3 contactoare; *b* — idem, cu 2 contactoare; *c* — cu comandă automată.

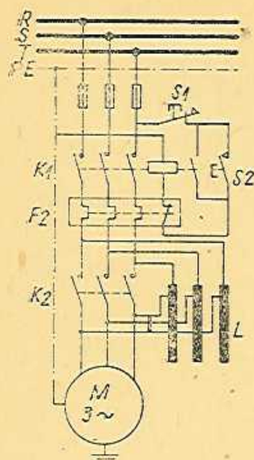


Fig. 11.4. Pornirea motoarelor asincrone în colivie prin reactor.

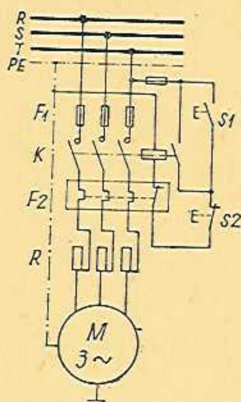


Fig. 11.5. Pornirea motoarelor asincrone în colivie prin rezistențe montate în circuitul statoric.

Alegerea reactorului: după ce se calculează succesiv:

$$M_n = 975\, P_n/n_n; \quad M_{pR} = 1{,}1\, M_{ro};$$
$$M_p = k_M M_n; \quad x_{mot} \approx U_n/(\sqrt{3}\, I_p); \qquad (11.7)$$
$$x_R = x_{mot}(\sqrt{M_p/M_{pR}} - 1);$$

se alege reactorul pentru care

$$U_{Rn} \geqslant U_n; \quad I_{Rn} \geqslant I_n,$$
$$x_R\% \approx 100\, x_R I_{Rn}/U_{Rn}, \qquad (11.8)$$

după care se verifică dacă cuplul și curentul de pornire efective satisfac condițiile permise de pornire.

Pornirea prin rezistențe electrice montate în circuitul statoric (fig. 11.5) se menționează numai ca posibilitate, deoarece:

$$I_{pr}/I_n = k_{pr}; \quad M_{pr}/M_n = k_{pr}^2 s_n, \qquad (11.9)$$

deci, în general, nu se asigură decît pornirea în gol sau la sarcini foarte reduse (s_n este alunecarea nominală); în plus mărește pierderile de putere activă.

Rezistența de pornire necesară în Ω se determină cu relația simplificată:

$$R_p = 0{,}82\ U_n/(\sqrt{3}\, k_{pr} I_n), \qquad (11.10)$$

unde 0,82 ține seama de rezistența statorică proprie, iar k_{pr} se alege funcție de condițiile locale sau se deduce din relațiile (11.9). Cînd R_p se împarte în trepte (pentru micșorarea șocurilor de curent și cuplu), valoarea acestora se calculează similar cu a treptelor rezistențelor de pornire rotorice (v. § 11.1.2).

Exemplul de calcul 11.1. Pentru motorul asincron în colivie MIB2-90 kW, 380/660V, $\eta = 0{,}93$, $\cos\varphi = 0{,}81$, $M_p/M_n = 2$, $I_p/I_n = 5{,}5$, 740 rot/min, să se aleagă modurile de pornire posibile, știind că tensiunea rețelei este de 3 × 380/220 V și că $M_{r0} = 50$ daNm.

Se calculează în prealabil:

$$I_n = 90 \cdot 10^3/(1{,}73 \cdot 380 \cdot 0{,}93 \cdot 0{,}81) = 181{,}7\ \text{A},$$

$$M_n = 975 \cdot 90/740 = 118{,}6\ \text{daNm},\ M_{p\,nec} = 1{,}1 \cdot 50 = 55\ \text{daNm}.$$

Pentru pornirea directă (înfășurările motorului conectate în triunghi) se alege pentru conectare USOL 250 care are:

$$U_n = 660 > 380\ \text{V};\ I_n = 250 > 181{,}7\ \text{A}.$$

În acest caz:

$$I_p = 5{,}5 \cdot 181{,}7 \approx 1000\ \text{A};\quad M_p = 2 \cdot 118{,}6 = 237{,}2\ \text{daNm}.$$

Pornirea este posibilă dacă rețeaua de alimentare a motorului este conectată la un trafo propriu cu o putere minimă de

$$S_T = 90/0{,}2 = 450 \rightarrow 630\ \text{kVA}.$$

Pentru pornirea prin comutator stea-triunghi se alege tipul automat cod 8201 (§ 3.7.1), care are:

$$U_n = 380\ \text{V},\ I_n = 160 > 181{,}7/1{,}73 = 105\ \text{A}.$$

În acest caz:

$$I_{pY\Delta} = 1000/3 = 333\ \text{A} = 1{,}83\ I_n;$$

$$M_{pY\Delta} = 237{,}2/3 = 79{,}1 > 55\ \text{daNm}.$$

Pornirea este posibilă și chiar recomandabilă, mai ales cînd postul de transformare este echipat cu un trafo de 630 kVA.

Pentru pornirea prin autotransformator se alege tipul TPS:

$$S_{AT} = 0,71 \cdot 380 \cdot 181,7 \cdot 5,5 \cdot 10^{-3} = 270 \text{ kVA},$$

deci tipul *TPS-320/0,38* care are $S_n = 320 > 270$ kVA. În acest caz:

$$I_{pAT} = 1000/1,57 = 647 \text{ A} = 3,5 I_n,$$

$$M_{pAT} = 237,2/1,57^2 = 96,2 > 55 \text{ daNm}.$$

Pornirea este posibilă, însă avînd în vedere curentul de pornire pierderile de energie, spațiul ocupat și costul instalației mai mari decît la pornirea stea-triunghi, se preferă aceasta.

Pentru pornirea prin rezistențe statorice, este necesar un

$$k_{pr} = \sqrt{55/(118,6 \cdot 0,013)} = 5,9$$

(unde $s_n = (750-740)/750 = 0,013$), care este mai mare decît prin pornirea directă, deci pornirea nu este convenabilă.

Exemplul de calcul 11.2. Reactorul necesar pornirii motorului asincron 4200 kW, 6000 V, 454 A, $I_p/I_n = 5,9$, $M_p/M_n = 0,67$, 2990 RPM, știind că cuplul de pornire este de 400 daNm.

Se alege reactorul BR-6/500 pentru care:

$$U_{Rn} = 6000 \text{ V} = U_n; \quad I_{Rn} = 500 > 454 \text{ A}.$$

Se calculează succesiv:

$$M_n = 975 \cdot 4200/2990 = 1370 \text{ daNm};$$

$$M_{pR} = 1,1 \cdot 400 = 440 \text{ daNm}; \quad M_p = 0,67 \cdot 1370 = 918 \text{ daNm};$$

$$x_{mot} = 6000/(1,73 \cdot 5,9 \cdot 454) = 1,295 \ \Omega;$$

$$x_R = 1,295(\sqrt{918/440} - 1) = 0,576 \ \Omega;$$

$$x_R\% = 100 \cdot 0,576 \cdot 500/6000 = 4,8\% \rightarrow 5\%.$$

Se alege *BR-6/500-5*, pentru care $x_R = 0,576 \cdot 5/4,8 = 0,6\ \Omega$. Rezultă:

$$I_{pR} = 5,9 \cdot 454 \cdot 1,295/(1,295 + 0,6) = 1830 \text{ A} = 4I_n,$$

$$M_{pR} = 918(1830/2679)^2 = 428 \text{ daNm} > 400 \text{ daNm}.$$

11.1.2. *Pornirea motoarelor electrice asincrone cu inele*

Principiul de funcționare. Introducerea la pornirea motorului a unei rezistențe în circuitul rotoric va micșora curentul prin acest circuit și implicit pe cel absorbit de stator din rețea. Scoaterea treptată din circuit a acestei

rezistențe, pe măsură ce turația motorului crește, pînă la scurtcircuitarea rotorului cînd se obține turația nominală permite variația curentului și cuplului de pornire între limite convenabile alese și anume:

$$I_{pi} = 1{,}05 \ldots 1{,}3I_n;\quad M_{pi} \geqslant M_{r0},$$
$$I_{ps} = 1{,}5 \ldots 2{,}3I_n;\quad M_n \leqslant M_{ps} \leqslant M_{pM}. \qquad (11.11)$$

Aceste limite se asigură prin secționarea rezistențelor de pornire în trepte, o treaptă găsindu-se față de precedenta în raportul:

$$\lambda_p = I_{ps}/I_{pi}. \qquad (11.12)$$

Rezistențele de pornire din circuitul rotoric pot fi asigurate de reostate prefabricate (§§ 3.7.3 ... 3.7.5) sau construite în ateliere proprii sau prin rezistențe de pornire.

Reostatele prefabricate se aleg conform indicațiilor furnizorului, direct din catalog, fără calcule prealabile, funcție de puterea motorului; fac excepție tipurile:

— *RPU*, la care se determină în prealabil codul reostatului funcție de valoarea raportului k (v. § 3.7.3 — nota 2) și în cadrul acestui cod se alege puterea reostatului egală sau imediat superioară puterii motorului comandat;

— *RL, RLD*, la care:

• Se stabilesc datele de calcul necesare, pentru motor — P_n, kW; U_2, V; I_2, A; n_1 — turația de sincronism, rot/min; t_{pm} — timp de pornire, s; n_p — numărul de porniri în stare rece; f_p — frecvența pornirilor, porniri/h; U_a, V și f_a, Hz — tensiunea și frecvența de alimentare; pentru reostat — θ_1 — temperatura maximă a electrolitului 75°C; θ_a — temperatura mediului înconjurător, °C;

• Se alege tipul de reostat pentru care:

$$I_n \geqslant I_2;\quad U_n \geqslant U_2;\quad t_{pm} \leqslant t_{pr}. \qquad (11.13)$$

• Se calculează n_{p0} și f_{p0} admise pentru reostatul ales fără grup de răcire *GRL*, care trebuie să satisfacă concomitent inegalitățile:

$$n_{p0} = k_1(\theta_1 - \theta_a)/(k_M t_{pm} P_n) \geqslant n_p,$$
$$f_{p0} = 3\,600/[t_{pm}(1 + k_3 k_M P_n/(\theta_1 - \theta_a)] \geqslant f_p. \qquad (11.14)$$

• În caz contrar, rezultă necesar *GRL*, care se alege de tipul care satisface concomitent inegalitățile:

$$\begin{aligned} n_{pg} &= k_2(\theta_1 - \theta_a) \cdot 10^3/[t_{pm}(430\, k_M P_n - Q_s)] \geq n_p, \\ f_{pg} &= 3\,600\, Q_s/[t_{pm}(Q_s + 430\, k_M P_n)] \geq f_p, \end{aligned} \tag{11.15}$$

unde Q_s este puterea de transfer a *GRL* în kcal/h, cu valorile:

Tip grup răcire		GRL-50	GRL-100	GRL-2×100
Q_s	kcal	50 000	100 000	2×100 000
	kW	58	116	2 × 116

iar k_1, k_2, k_3 — coeficienții de calcul cu valorile:

Coeficienți	k_1	k_2	k_3
RL-1, RLD-1	7400	3170	7,70
RL-2, RLD-2	18 450	7920	4,85
RL-3	39 160	16 780	2,60

• Rezistența maximă de pornire a reostatului, obținută prin concentrația electrolitului, este dată de relația

$$R_{pM} = kU_2/(\sqrt{3}\, I_2). \tag{11.16}$$

Exemple de scheme electrice de utilizare a reostatelor de pornire se dau în fig. 11.7, *a*.

Reostatele confecționate în ateliere proprii se calculează după cum urmează:

• Funcție de puterea motorului se alege numărul treptelor de pregătire r_{pri} (dacă e cazul) și al celor de pornire r_{pj} conform recomandării din fig. 11.6;

• Se calculează rezistențele totale ale circuitului rotoric de pregătire (dacă e cazul) și de pornire cu relațiile:

$$R_{prT} = U_2/(\sqrt{3}\; k_{2pr} I_2); \quad R_{pT} = U_2/(\sqrt{3}\; k_{2p} I_2); \tag{11.17}$$

unde: I_2, U_2 sînt valorile nominale ale curentului, în A, și tensiunii rotorice, în V; $k_{pr} = I_{2pr}/I_2 \leq 1$ — coeficient de

pregătire a pornirii; $k_{2p} = I_{2p}/I_2 = 1{,}5 \ldots 2{,}3$ — coeficient de pornire;

• Se divizează rezistența de pregătire în trepte (la reostatele simetrice) conform relațiilor:

$$\begin{aligned} r_{pr1} &= (\lambda_{pr} - 1)R_{prT}; \quad R_{n+1} = \lambda_{pr}R_{pT}; \\ r_{pr2} &= \lambda_{pr}r_{pr1}; \quad R_{n+2} = \lambda_{pr}^2 R_{pT}, \end{aligned} \qquad (11.18)$$

unde $\lambda_{pr} = I_{ps}/I_{p0} = \sqrt[k]{R_{prT}/R_{pT}}$ este factorul de divizare (k — numărul de trepte de pornire ales);

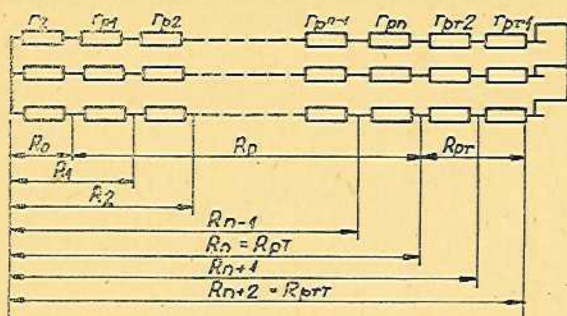
• Se divizează R_p în trepte; pentru rezistențe simetrice:

$$\begin{aligned} r_{p1} &= (\lambda_p - 1)r_2 & R_1 &= \lambda_p r_2 \\ r_{p2} &= \lambda_p r_{p1} & R_2 &= \lambda_p^2 r_2 \\ &\vdots & &\vdots \\ r_{p(n-1)} &= \lambda_p r_{p(n-2)} & R_{n-1} &= \lambda_p^{n-1} r_2 \\ r_{pn} &= \lambda_p r_{p(n-1)} & R_n &= \lambda_p^n r_2 \end{aligned} \qquad (11.19)$$

iar pentru rezistențe asimetrice, conform tabelului:

Treapta	Faza R	Faza S	Faza T
0	$R_{0R} = R_0$	$R_{0S} = R_0$	$R_{0T} = R_0$
1	$R_{1R} = \lambda_p^2 R_0$	$R_{1S} = \lambda_p R_0$	$R_{1T} = R_0$
2	$R_{2R} = \lambda_p^2 R_0$	$R_{2S} = \lambda_p R_0$	$R_{2T} = \lambda_p^3 R_0$
3	$R_{3R} = \lambda_p^2 R_0$	$R_{3S} = \lambda_p^4 R_0$	$R_{3T} = \lambda_p^3 R_0$
4	$R_{4R} = \lambda_p^5 R_0$	$R_{4S} = \lambda_p^4 R_0$	$R_{4T} = \lambda_p^3 R_0$
5	$R_{5R} = \lambda_p^5 R_0$	$R_{5S} = \lambda_p^4 R_0$	$R_{5T} = \lambda_p^6 R_0$
6	$R_{6R} = \lambda_p^5 R_0$	$R_{6S} = \lambda_p^7 R_0$	$R_{6T} = \lambda_p^6 R_0$
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
n	$R_{nR} = \lambda_p^{n+1} R_0$	$R_{nS} = \lambda_p^n R_0$	$R_{nT} = \lambda_p^{n-1} R_0$

unde $\lambda_p = I_{ps}/I_{pi} = \sqrt[n]{R_{pT}/R_0}$, iar r_2, R_0 — v. fig. 11.6.



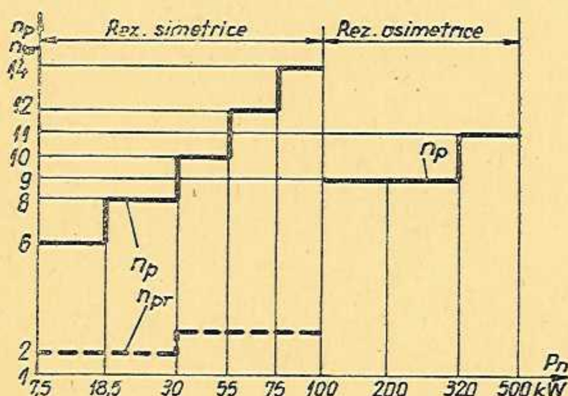


Fig. 11.6. Alegerea treptelor de rezistență ale reostatelor.

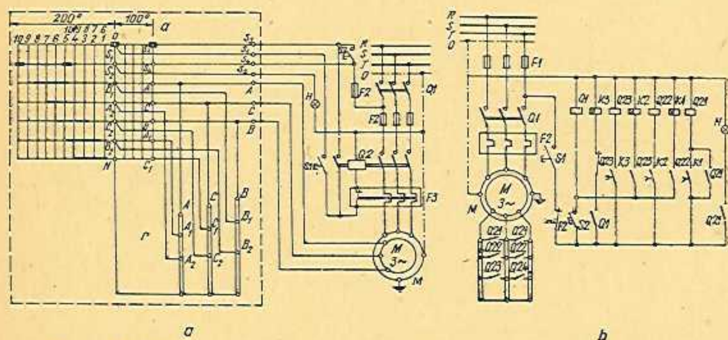


Fig. 11.7. Pornirea motoarelor asincrone cu inele prin reostat; *a* — comandat prin controler; *b* — comutare prin contactoare.

Rezistențele de pornire se utilizează și pentru reglajul turației și pot fi comandate prin controler sau contactoare (v. fig. 11, *b*); fiind parcurse de curent timp mai îndelungat, au o dimensionare mai robustă decît reostatele numai pentru pornire și asigurarea mai atentă a răcirii.

Exemplul de calcul 11.3. RPUm pentru motorul MAP2 – 132 kW, 380/660 V, $U_2 = 447$ V, $I_2 = 187$ A.

$$k = 447/187 = 2{,}39 \rightarrow \text{gabarit } 5.$$

Se alege RPUm-5/200 → (200 > 132 kW).

Exemplul de calcul 11.4. Reostatul de pornire pentru motorul MAP2 – 1250 kW, 6 kV cu $n_1 = 1500$ rot/min, $U_2 = 1410$ V, $I_2 = 520$ A, $k_M = 1{,}2$; $n_p = 3$, $f_p = 7$, $t_{pm} = 100$ s, $\theta_a = 35$°C.

Reostatul care satisface condițiile (11.13) este *RL-2* cu:

$$I_n = 1000 \text{ A} > I_2 = 520 \text{ A}; \quad U_n = 3000 \text{ V} > U_2 = 1410 \text{ V};$$

$$t_{pr} = 120 \text{ s} > t_{pm} = 100 \text{ s}.$$

Fără GRL sînt permise:

$$n_{p0} = 18\,450(75-35)/(1{,}2 \cdot 100 \cdot 1250) = 4{,}92 > 3 \text{ porniri},$$

$$f_{p3} = 3600/[100(1 + 2{,}6 \cdot 4{,}85 \cdot 1250/40)] = 0{,}9 < 7 \text{ porniri/h}.$$

Este deci necesar GRL care să asigure $f_p = 7$ și care trebuie să aibă puterea minimă de transfer

$$Q_s = 430 \cdot 1{,}2 \cdot 1250 \cdot 7 \cdot 100/(3600-7{,}100) = 155\,700 \text{ kcal}.$$

Se alege *GRL* – 2× 100 000 care poate fi montat la RL-2 și care permite

$$f_{pg} = 3600.2.100\,000/[100(2.100\,000 + 430.1{,}2.1250)] =$$

$$= 8{,}5 \text{ porniri/h} > 7 \text{ porniri/h}.$$

Exemplul de calcul 11.5. Calculul reostatului de pornire pentru motorul asincron trifazat cu inele: $P_n = 320$ kW, $U_n = 6$ kV, $k_M = 2{,}5$, $U_2 = 690$ V, $I_2 = 300$ A, $r_2 = 0{,}048$ Ω, $M_{r0} < M_n$.

Conform diagramei din fig. 11,6 se alege un reostat cu 11 trepte asimetrice. Calculul se sintetizează în tabelul de mai jos, după determinarea prealabilă a:

$$R_{pT} = 690/(1{,}73 \cdot 1{,}5 \cdot 300) = 0{,}886 \ \Omega; \quad R_0 = r_2 = 0{,}048 \ \Omega;$$

$$\lambda_p = \sqrt[11]{0{,}886/0{,}048} = 1{,}303$$

Treapta	Faza R, Ω	Faza S, Ω	Faza T, Ω
0	R_{0R} = 0,048	R_{0S} = 0,048	R_{0T} = 0,048
1	R_{1R} = 0,082	R_{1S} = 0,063	R_{1T} = 0,048
2	R_{2R} = 0,082	R_{2S} = 0,063	R_{2T} = 0,106
3	R_{3R} = 0,082	R_{3S} = 0,139	R_{3T} = 0,106
4	R_{4R} = 0,182	R_{4S} = 0,139	R_{4T} = 0,106
5	R_{5R} = 0,182	R_{5S} = 0,139	R_{5T} = 0,237
6	R_{6R} = 0,182	R_{6S} = 0,308	R_{6T} = 0,237
7	R_{7R} = 0,402	R_{7S} = 0,308	R_{7T} = 0,237
8	R_{8R} = 0,402	R_{8S} = 0,308	R_{8T} = 0,524
9	R_{9R} = 0,402	R_{9S} = 0,682	R_{9T} = 0,524
10	R_{10R} = 0,886	R_{10S} = 0,682	R_{10T} = 0,524
11	R_{11R} = 0,886	R_{11S} = 0,682	R_{11T} = 1,154

Deoarece rezistențele din tabel le includ pe cele ale înfășurării rotorice, rezistențele pe trepte ale reostatului vor fi:

n_p	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
r_{pR}, Ω	0,034			0,1			0,22			0,484	
r_{pS}, Ω	0,015		0,076			0,169			0,374		
r_{pT}, Ω	0,048	0,058			0,131			0,287			0,630

11.1.3. *Pornirea motoarelor sincrone*

Obișnuit se pornesc în asincron, rotorul fiind prevăzut cu o înfășurare suplimentară din bare în colivie. Curentul absorbit din rețea este de 5 ... 7,5 · I_n și poate fi redus, dacă situația locală o cere, prin reactor sau prin autotransformator (§ 11.1.1).

Înainte de pornire înfășurarea de excitație a rotorului se închide pe o rezistență de pornire pentru anihilarea efectului t.e.m. care s-ar induce la pornire. Dacă este cazul

se introduce în circuitul statoric reactorul sau autotransformatorul și se cuplează motorul la rețea. Cînd turația atinge valoarea de intrare în sincronism, se scoate din circuit agregatul de pornire și se comută înfășurarea de excitație de pe rezistența de pornire pe excitatoare.

Trebuie avut în vedere că cuplul de pornire este foarte mic ($0,2 \dots 0,3 \cdot M_n$) și deci motorul se pornește în gol sau la sarcini foarte reduse.

Schema de conectare a motoarelor sincrone este arătată în fig. 11.16.

11.1.4. *Pornirea motoarelor de curent continuu*

Pornirea prin reostat limitează curentul absorbit de motor, care numai prin rezistența indusului R_a ar avea valoarea

$$I_{p0} = U/R_a = (10 \dots 20)\, I_n,$$

(rotorul fiind în repaus), la valoarea

$$I_{pM} = U/(R_a + R_{pM}) = (1,75 \dots 1,5)\, I_n, \qquad (11.20)$$

unde $R_{pM} = \Sigma R_{pi}$ este rezistența maximă a reostatului cu mai multe trepte de rezistență R_{pi} (1,75 — la puteri mici, 1,5 — la puteri mai mari).

După ce indusul începe să se rotească, în înfășurarea sa apare o t.e.m. de sens contrar tensiunii aplicate, care micșorează curentul absorbit; la $(1,3 \dots 1,1)\, I_n$ se scoate o treaptă din circuit, curentul crește pînă la maximum (11.20); turația crescînd mai departe, curentul iarăși scade ș.a.m.d. pînă la atingerea turației nominale, cînd reostatul este scos complet din circuitul indusului și

$$I = (U - E)/R_a. \qquad (11.21)$$

Reostatul se calculează pentru un curent de pornire mediu:

$$R_p = U/(1,5 \dots 1,3)\, I_n - R_a. \qquad (11.22)$$

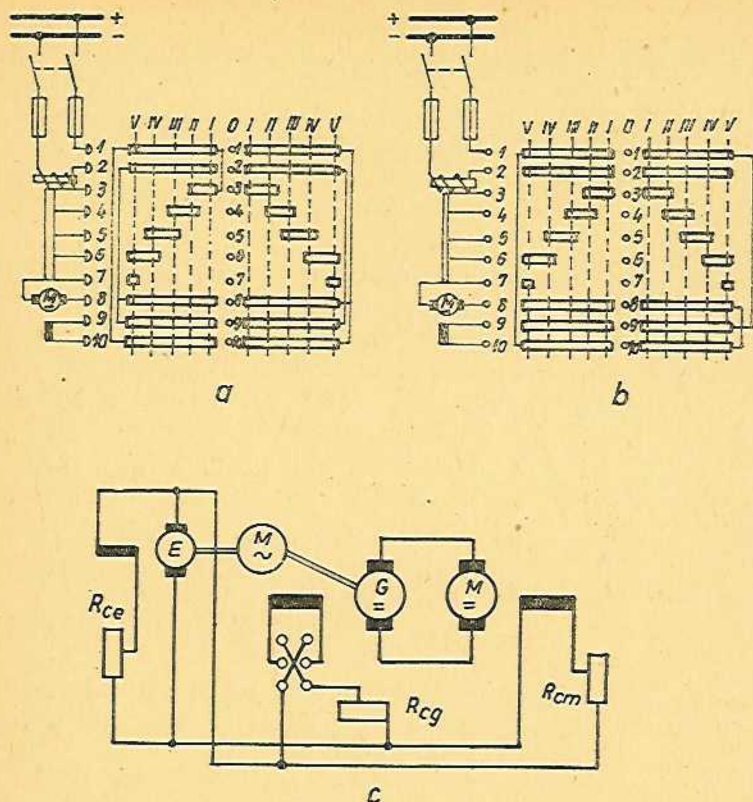


Fig. 11.8. Pornirea motoarelor de curent continuu:
a — prin controler, excitație serie; *b* — idem, derivație; *c* — prin grup Ward-Leonard.

Datorită pierderilor de energie și dimensiunilor mari, pornirea prin reostat se utilizează numai la motoare de mică putere, obișnuit ca fabricate speciale pentru motorul respectiv (v. § 3.7.5).

Exemple de scheme electrice de pornire prin reostat se dau în fig. 11.8, *a*, *b*.

Pornirea cu tensiune variabilă, servind și pentru reglarea turației, se face, mai rar, prin metodele clasice grup Ward-

Leonard (M-G) eventual Ilgner (G-M-V) sau, tot mai utilizate, prin convertizoare statice (cu tiristoare).

Pornirea prin grup Ward-Leonard (fig. 11.8, *c*) se face menținînd constantă excitația motorului din R_{cm} și reglînd t.e.m. a generatorului din R_{eg}, astfel ca I_p să aibă valoarea dorită. Pierderile în acest caz sînt minime și pornirea ușoară; totuși din cauza dificultăților legate de construcția și utilizarea mașinilor de c.c. ca și a dimensiunilor instalației, se preferă:

Pornirea prin convertizoare statice tip *CM* sau *VARET* (§ 3.7.9) a căror alegere se face funcție de motorul comandat conform indicațiilor furnizorului, menționate orientativ în §§ 7.4.3, 7.4.4, 3.7.9. și 11.2.2. Se menționează că pentru a nu introduce regimul deformant în rețeaua de alimentare trebuie ca

$$S_{ka} \geqslant 100\, S_{nc}, \tag{11.23}$$

unde S_{ka} este puterea de scurtcircuit a rețelei de alimentare, iar S_{nc} — puterea nominală a convertizorului.

Schemele de legături a motoarelor la convertizoare sîn arătate în fig. 3.20.

11.2. Reglajul turației motoarelor electrice

11.2.1. *Reglajul turației motoarelor asincrone*

Principiul de reglaj. Turația motoarelor asincrone în rot/min

$$n = 60f_1(1 - s)/p, \tag{11.24}$$

poate fi reglată fie schimbînd p — numărul de perechi de poli, fie variind f_1 — frecvența tensiunii statorice sau **s** — alunecarea.

Reglajul turației prin schimbarea numărului de perechi de poli se adoptă pentru motoarele asincrone în colivie bobinate ca atare (§ 7.2.4). Reglajul se face în două sau trei trepte, cu raportul de 2/1, respectiv 1,5/1 între turațiile sincrone,

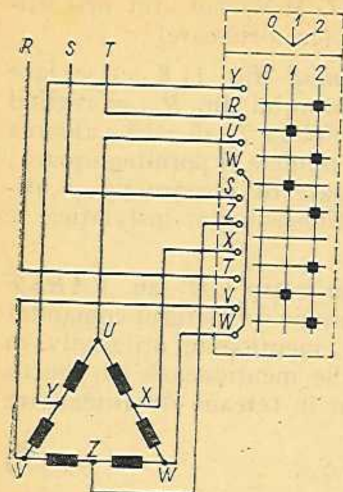


Fig. 11.9. Principiul reglajului prin schimbarea numărului de perechi de poli (conectare Dahlander).

prin comutarea convenabilă a secțiunilor bobinajelor de fază (fig. 11.9).

Prin micșorarea turației, performanțele motorului scad, ceea ce impune atenție în alegerea lor.

Reglajul turației prin variația frecvenței curentului statoric se face cu ajutorul convertizoarelor *CSFV* (§ 3.7.10) care dau la ieșire tensiunea și frecvența variabile în limitele 35 ... 360 V, 5 ... 200 Hz. Alegerea convertizoarelor adecvate motoarelor comandate trebuie să aibă în vedere următoarele:

— Variind U și f în raportul $U/f = const.$ pînă la f_n, fluxul magnetic al motorului și deci cuplul rămîn constante, iar la f_n, tensiunea, cuplul și puterea au valorile nominale; dacă $f > f_n$, U/f, Φ_m și M scad. Pe de altă parte, la frecvență scăzută ventilația proprie a motorului își pierde eficiența, iar la frecvență mărită se măresc pierderile în miezul magnetic; de asemenea, armonicele de curent generate de forma dreptunghiulară a tensiunii de ieșire (v. fig. 3.22) ca și $U_M = 360 < 380$ V măresc pierderile; aceste considerente impun caracteristica de utilizare M-f menționată în fig. 3.22, precum și recomandarea ca pentru $f > 50$ Hz și $U > U_n$ să se obțină acordul furnizorului;

— Convertizorul este capabil de sarcini de scurtă durată, permițînd motoarelor să funcționeze la cupluri de pornire și la șocuri de sarcină;

— Dacă convertizorul servește mai multe motoare (v. fig. 3.22), protecția acestora trebuie corelată cu a convertizorului ($I_{fm} = I_{fc}$) pentru selectivitate);

— Prețul relativ mare al convertizorului este compensat de prețul mai scăzut al motorului de c.a. față de al motorului de c.c. și de costul fundației și al exploatării.

Reglajul turației prin variația alunecării se adoptă la motoarele asincrone cu inele prin introducerea în circuitul rotoric a reostatelor de pornire și reglaj (§ 3.7.4, 3.7.5). Alunecarea

$$s = p_{Cu2}/P \equiv (r'_2 + R'_r), \qquad (11.25)$$

(p_{Cu2} — pierderile în circuitul rotoric, P — puterea electromagnetică a motorului, r'_2 — rezistența înfășurării rotorice redusă la stator, R'_r — idem, a reostatului de reglaj) permite, prin variația lui R_r, obținerea unor turații variabile sub turația nominală. Reglajul nefiind însă sensibil în sarcini reduse și fiind și neeconomic din cauza pierderilor, se aplică de regulă numai la motoare de puteri relativ reduse și numai în cazuri extreme la motoare mari.

Alegerea reostatelor de pornire și reglaj sau dimensionarea rezistențelor în același scop se fac similar ca pentru pornire (v. § 11.1.2) cu mențiunea că pentru reostatul tip *RL*, *RDL*, după verificarea la condițiile de pornire, se face și verificarea la condițiile de reglaj cu relațiile:

$$\begin{aligned} Q_{pc} &= 860\ P_n(n - n_x)/n \leqslant Q_s \text{ sau} \\ Q_{pv} &= Q_{pc}(n/n_x)^2 \leqslant Q_s, \end{aligned} \qquad (11.26)$$

unde: Q_{pc} este puterea disipată la $M_r = \text{const.}$; Q_{pv} — idem, la M_r variabil; Q_s — puterea de transfer a *GRL* — v. (11.15); dacă inegalitatea (11.26) calculată nu este satisfăcută, se alege alt *GRL*, eventual cu schimbarea tipului de reostat care permite utilizarea grupului de răcire necesar (v. § 3.7.5).

Exemplul de calcul 11.6. Reostatul ales în exemplul 11.4 poate fi utilizat și la reglajul turației la cuplu variabil, știind că $n_x = 1300$ rot/min.

$$Q_{pv} = 860 \cdot 1250\ (1500 - 1300) \cdot 1500/1300^2 =$$

$$= 190\,828 < 2 \cdot 100\,000 \text{ kcal},$$

deci reostatul *RL-2* cu *GRL-2.100 000 cod RL-2 117 068* convine și pentru reglajul turației.

11.2.2. *Reglajul turației motoarelor de c.c.*

Turația motoarelor de c.c.

$$n = U - R_a I_a/(k_E \Phi) \qquad (11.27)$$

poate fi reglată fie variind U — tensiunea de alimentare, fie variind Φ — fluxul inductor prin variația excitației mașinii.

Procedeele moderne utilizează convertizoare statice, la noi de tipurile menționate la pornirea motoarelor de c.c. (§ 11.1.3); pentru utilizarea lor la reglajul turației se menționează:

— Convertizoarele miniatură tip *CM*, utilizate pentru motoarele de c.c. de uz general (§ 3.7.9) cu excitație separată sau uneori mixtă, reglează turația numai prin variația tensiunii rotorice, funcționînd la cuplu constant pe toată gama de reglaj, cu excepția motoarelor autoventilate la care scăderea turației implică scăderea lineară a cuplului pînă la valoarea menționată la turația minimă și luată în considerație; gama de reglaj maxim este 1 : 100 la motoarele echipate cu tahogenerator și 1 : 20 la acționările echipate cu traductoare de tensiune, iar domeniul de turație este indicat în § 7.4.3 pentru fiecare motor;

— Convertizoarele *VARET* utilizate pentru motoarele *MCU* la acționarea mașinilor-unelte cu comandă numerică (§ 3.7.9 — nota 2) reglează turația prin variația tensiunii pe indus între o valoare minimă egală cu circa $n_M/100$ (la comandă și $n_M/200$, 500, 1 000) și o valoare maximă n_M, menționate pentru fiecare motor în § 7.4.4; între n_m și n_n cuplul este constant, iar puterea crește liniar cu turația, iar între n_n și n_M cerută de acționare puterea este constantă și cuplul scade conform diagramei din fig. 3.21.

Schemele electrice de conectare sînt aceleași ca la pornire.

11.3. **Instalații de forță de joasă tensiune**

11.3.1. *Dimensionarea circuitelor*

Curenții de calcul. Pentru circuite care alimentează un singur receptor și anume:

— motor electric de acționare,

$$I_c = 1{,}15\ P_i/k_f U \cos \varphi_n \eta_n; \qquad (11.28)$$

— cuptor electric cu rezistențe racordat direct sau prin trafo:

$$I_c = P_i/k_f U \quad \text{sau} \quad I_c = S_n/k_f U \eta_T; \qquad (11.29)$$

— agregate de sudură cu transformator,

$$I_c = 1{,}15 S_n \sqrt{DA}/k_f U \eta_T; \qquad (11.30)$$

— redresoare și convertizoare,

$$I_c = U_s I_s / k_f \cos \varphi_n \eta_n; \qquad (11.31)$$

unde: P_i este puterea instalată calculată conform relațiilor (9.10 ... 9.14), în V; k_f — factor de fază egal cu 1 în c.a. monofazat și c.c. și cu $\sqrt{3}$ în c.a. trifazat; U — tensiunea de alimentare, în V; cos φ_n — factor de putere nominal (în c.c. egal cu 1); S_n — puterea nominală a transformatorului; η_n — randamentul nominal; η_T — randamentul transformatorului la sarcină nominală; DA — durata de anclanșare; U_s, I_s — tensiunea și curentul la ieșire la sarcină nominală, în V, respectiv A.

Pentru i receptoare conectate la același circuit ($i = 2 \ldots 10$) cu o putere maximă însumată de 10 kW):

$$I_c = \Sigma I_{ci}, \qquad (11.32)$$

unde ΣI_{ci} sînt curenții de calcul ai receptoarelor racordate determinați corespunzător cu una din relațiile (11.28—11.31)

Corespunzător la pornire:

$$I_p = k_p I_n, \quad \text{respectiv} \quad I_p = I_{pM} + I'_{nR},$$

unde: I_p este curentul de pornire, în A;
k_p — factor de pornire; valori (cînd nu se dau):

Motor asincron în colivie sau sincron cu pornire în asincron:	directă	6,5÷8
	Y-A	2,5÷3
motor asincron cu rotor bobinat		circa 1
motor de curent continuu		1,5÷2
rest receptoare (dacă nu sînt alte date)		1

I_{pM} este curentul de pornire maxim din grupa de receptoare, în A;

I_{nR} — suma curenților nominali ai restului receptoarelor din grupă în A;

rest — v. relațiile anterioare.

Protecția circuitelor. La scurtcircuit:

- Prin siguranțe fuzibile (de regulă) sau relee electromagnetice (cînd: $I_{pr} \geqslant 630$ A; e necesară reanclanșarea imediată după declanșarea de protecție; funcționează frecvent cu suprasarcină; aparatul de conectare este comandat și de alte protecții);
- Se prevede de regulă pentru fiecare receptor; se admite o protecție comună pentru receptoarele în derivație pe același circuit dacă $I_f \leqslant 16$ A — 380 V sau 20 A — 220 V sau fiecare receptor este protejat la suprasarcină, iar I_f asigură secțiunea derivației;
- Condiții:

$$I_c \leqslant I_{pr} \geqslant k_s I_p \quad \text{și} \quad I_{ft} \geqslant I_{pr} \leqslant k_c I_{ad}, \qquad (11.33)$$

unde: I_{pr} este curentul de pornire a protecției, în A;

k_s — coeficientul de siguranță al protecției; valori:

Pentru relee electromagnetice				1,2
pentru siguranțe	rapide	Mașini rotative cu pornire:	ușoară ($t_p \leqslant 10$ s, porniri rare)	0,4
	lente			0,23
	rapide		grea ($t_p > 10$ s, porniri dese)	0,5÷0,6
	lente			0,28÷0,36
	rapide	Receptoare statice:	fără protecție la suprasarcină	1
	lente			1
	rapide		cu protecție la suprasarcină	1,4
	lente			1

I_{ft} este curentul nominal al fuzibilului cerut pentru protecția releului termic, în A;

k_c — coeficient de siguranță pentru încărcarea conductorului egal cu 3 pentru siguranțe fuzibile și 4,5 pentru relee electromagnetice;

I_{ad} — curentul maxim admis în conductor în regim permanent, determinat funcție de condițiile de pozare (v. §§ 2.1.3.2, 2.1.3.5, 2.1.3.6), în A;

La suprasarcină:

• Prin relee termice care comandă declanșarea contactorului sau întreruptorului receptorului;

• Se prevede pentru toate receptoarele susceptibile de suprasarcină; nu-i obligatorie pentru motoarele sub 1 kW, cu porniri rare și fără suprasarcini posibile;

• Condiții:

$$k_c I_{ad} \geqslant k_m k_\theta I_c, \qquad (11.34)$$

unde: k_c este coeficient de siguranță pentru încărcarea conductorului egal cu 1,5;

k_m — coeficient de montaj egal cu 1 în montaj A sau $1/\sqrt{3}$ în montaj B — fig. 3.16;

k_θ — coeficient de corecție funcție de temperatura mediului ambiant; valori:

θ, °C	−20	−10	0	+10	+35	+40	+50
k_T	0,87	0,9	0,93	0,96	1,07	1,1	1,55

I_c — v. relațiile anterioare.

La tensiune minimă:

• Prin declanșatoare de tensiune minimă cu temporizare incluse în întreruptorul automat al receptorului;

• Se prevede la motoarele care pornesc prin demaroare acționate manual sau a căror autopornire nu este permisă din motive de securitate sau tehnologice;

• Condiții:

$$U_{pr} = (0,3 \ldots 0,7)U_n; \quad t_{pr} = 0,1 \ldots 0,5 \text{ s}. \qquad (11.35)$$

Secțiunea conductoarelor. Se alege tipul de conductor corespunzător mediului de pozare și destinației (v. subcap. 1.5) cu s_c, în mm², pentru care

$$I_c \leqslant I_{ad} \leqslant I_{pr}/k_c, \tag{11.36}$$

unde toți termenii sînt cunoscuți din relațiile anterioare.

Se verifică secțiunea aleasă la:

• Căderea de tensiune față de barele tabloului general, în regim normal și la pornire în %:

$$\Delta U \approx \Delta U_a + \frac{k_u l I_c \cos \varphi}{\gamma s_c U_n} \leqslant 5\%,$$
$$\Delta U_p \approx \Delta U_{ap} + \frac{k_u l I_p \cos \varphi_p}{\gamma s_c U_n} \leqslant 12\%, \tag{11.37}$$

unde: k_u este un coeficient de fază și procent egal cu 200 în c.c. și c.a. monofazat sau 173 în c.a. trifazat;
l — lungimea simplă a circuitului, în m;
γ — conductivitatea materialului (32 — Al, 54 — Cu), în Sm/mm²;
$\cos \varphi_p$ — factorul de putere la pornire; se poate considera egal cu 0,4;
$\Delta U_{a(p)}$ — v. (11.4.3); indicele p se referă la pornire;
rest — v. relațiile anterioare.

• Stabilitatea termică la pornire:

$$I_p/s_c \leqslant j_{ad}, \tag{11.38}$$

unde j_{ad} este densitatea de curent admisă 35 A/mm² — Cu și 20 A/mm² — Al;

• Rezistența mecanică:

$$s_c \geqslant s_{mad}, \tag{11.39}$$

unde s_{mad} este secțiunea minimă admisă (v. § 16.17), în mm²

În cazul conductoarelor izolate, funcție de numărul lor și de condițiile de pozare se alege tubul de protecție corespunzător (v. § 2.5.1).

Exemplul de calcul 11.7. Să se aleagă circuitele receptoarelor din exemplul 9.3, amplasate ca în fig. 11.14 și racordate la TF2, știind că $\Delta U_a = 1{,}7\%$ și $\Delta U_{ap} = 2{,}67\%$.

Pentru cuptorul cu rezistență, poziția *13*:

$$I_c = 14 \cdot 10^3/(1{,}73 \cdot 380) = 21{,}3 \text{ A}; \quad I_p = 1 \cdot 21{,}3 = 21{,}3 \text{ A}$$

$$I_f = 1{,}4 \cdot 21{,}3 = 29{,}8 \text{ A} - \text{se alege } LFi\text{-}63/35\ A;$$

Conductoare: *ACYY-1 kV* – 4×4 mm^2 pentru care,

$$I_c = 21{,}3 \text{ A} < I_{ad} = 27 \text{ A} > I_f/3 = 11{,}7 \text{ A},$$

$$j_p = 21{,}3/4 = 5{,}33 < 20 \text{ A/mm}^2,$$

$$\Delta U = 1{,}7 + 173 \cdot 8 \cdot 21{,}3/3(2 \cdot 4 \cdot 380) = 2{,}3 < 5\%,$$

$$\Delta U_p = 2{,}67 + 0{,}61 = 3{,}3 < 12\%.$$

Pentru circuitul ventilatorului, poziția *15*:

$$I_c = 1{,}15 \cdot 4 \cdot 10^3/(1{,}73 \cdot 380 \cdot 0{,}81 \cdot 0{,}89) = 9{,}7 \text{ A};$$

$$I_p = 7 \cdot 9{,}7 = 67{,}9 \text{ A}; \quad I_f = 0{,}5 \cdot 67{,}9 = 33{,}95 \text{ A} \rightarrow LFi\text{-}63/35\ A.$$

Protecția la suprasarcină prin relee *TSA* (numai pentru ventilator celelalte utilaje avînd-o asigurată în instalația proprie):

$$I_t = 1 \cdot 1{,}9 \cdot 7 = 9{,}7 \text{ A} \rightarrow 11/9{,}7\ A.$$

Conductoare: *ACYY – 1 kV* – 4×4 mm^2 pentru care,

$$I_c = 9{,}7 \text{ A} < I_{ad} = 27 \text{ A} > I_f/3 = 11{,}7 \text{ A},$$

$$j_p = 67{,}9/4 = 16{,}98 < 20 \text{ A/mm}^2,$$

$$\Delta U = 1{,}7 + 173 \cdot 5 \cdot 9{,}7/32 \cdot 4 \cdot 380 = 1{,}87 < 5\%,$$

$$\Delta U_p = 2{,}67 + 173 \cdot 5 \cdot 67{,}9/(12 \cdot 4 \cdot 380) = 3{,}44 < 12\%.$$

Pentru celelalte receptoare rezultatele calculelor sînt sintetizate în tabelul de mai jos, toate satisfăcînd dimensionarea:

Poz.	I_c/I_p, A	I_f, A	s_c, mm²/ I_{ad}, A	$I_f/3$, A	j_p, A/mm²	U/U_p, %
10;11	27,3/68,3	35	6/34	11,67	11,38	1,85/2,87
14	19,8/148,5	80	10/47	26,67	14,85	1,77/2,92
5	5,5/44	25	2,5/18	8,33	17,60	1,72/2,87
4	4,7/37,4	20	2,5/18	6,67	14,96	1,84/3,27
7	9,7/67,9	35	4/27	11,67	16,98	1,92/3,44
6	2/11	10	2,5/18	3,33	4,40	1,78/2,92

Curenții de calcul. În regim normal de funcționare, I_c se calculează cu una din relațiile (9.8) sau (9.9) — recomandabil ultima — tabelul 5.4.4.

Curentul de vîrf

$$I_p \approx 1{,}1\, I_c + I_{pM}, \qquad (11.40)$$

unde I_{pM} este cel mai mare curent de pornire alimentat din tabloul a cărei coloană se calculează.

Protecția coloanelor. Obișnuit la scurtcircuit, prin siguranțe fuzibile sau (în condițiile 11.3.1 + cazul cînd tabloul este alimentat în buclă) prin declanșatoare electromagnetice.

Condiții:

$$I_{pr\,\mathrm{M\,aval}} + \Delta I_{pr} \leqslant I_{pr} \geqslant I_c; \quad I_{pr} = k_c I_{ad}, \qquad (11.41)$$

unde: $I_{pr\,\mathrm{M\,aval}}$ este curentul maxim al protecției circuitelor din tabloul de sosire a coloanei, în A;

ΔI_{pr} — treptele de curent necesare asigurării selectivității protecției — minimum două pentru aparate de protecție de același tip, sau determinate după caracteristicile de fuziune, în alte cazuri, în A;

rest — v. relațiile anterioare.

Secțiunea conductoarelor. Se alege s_c, în mm², pentru care

$$I_c \leqslant I_{ad} \leqslant I_{pr}/k_c \qquad (11.42)$$

și se verifică cu relațiile:

$$\Delta U_a = U_0 + \frac{k_u l I_c \cos\varphi}{\gamma s_c U_n} = 2{,}5 \ldots 4\%,$$

$$\Delta U_{ap} = \Delta U_{0p} + \frac{k_u l I_p \cos\varphi_p}{\gamma s_c U_n} = 8 \ldots 10\%, \qquad (11.43)$$

$$s_{ec} \leqslant s_c \geqslant s_{mad}.$$

unde: ΔU_0, ΔU_{0p} reprezintă căderea de tensiune de regim, respectiv la pornire pînă la tabloul de distribuție din care

pleacă coloana calculată, în%; s_{ce} — secțiunea economică de curent calculată cînd condițiile din § 16.1.3 o cer, în mm²; restul, v. § 11.3.2.

Exemplul de calcul 11.8. Coloana de alimentare a tabloului TF2 — fig. 11.14 din exemplul 11.7, știind că lungimea ei este de 15 m, iar $\Delta U_{0p} = 1{,}2\%$ și $\Delta U_0 = 2{,}1\%$.

Prin metoda coeficientului de cerere (§ 9.4.3) se calculează:

$$P_i = 53{,}5 \text{ kW};\ P_c = 45 \text{ kW};\ \cos\varphi = 0{,}89;$$

$$I_c = 45 \cdot 10^3/(1{,}73 \cdot 380 \cdot 0{,}89) = 77 \text{ A} \rightarrow I_c = 77 + 20\% = 94, \text{ A};$$

$$I_p = 7{,}5 \cdot 19{,}8 + (94 - 19{,}8) = 223 \text{ A};\ \cos\varphi_p = 0{,}42;$$

$$I_f = 0{,}6 \cdot 223 = 133{,}8 \text{ A} \rightarrow Sist\ 201/NT1 - 160\ A.$$

Conductoare: cablu *ACYY-1 kV* — $3 \times 35 + 1 \times 16$ *mm²* pentru care:

$$I_f/3 = 53{,}3 \text{ A} < I_{ad} = 100 \text{ A} > I_c = 94 \text{ A},$$

$$\Delta U_a = 1{,}2 + 173 \cdot 15 \cdot 94 \cdot 0{,}89/(32 \cdot 35 \cdot 380) = 1{,}7 < 4\%.$$

$$\Delta U_{ap} = 2{,}1 + 173 \cdot 15 \cdot 223 \cdot 0{,}42/32 \cdot 35 \cdot 380 = 2{,}67 < 8\%.$$

11.3.3. *Alegerea circuitelor motoarelor asincrone trifazate cu tensiunea nominală de 380 V*

P_n kW	Pornire directă la 380 V						
	I_f, A fuzibil cu ardere:		I_s/I_t (nominal/reglat) A/A	s_{ca} (activ), mm²			
				Conductor		Cablu	
	Rapidă	Lentă		Cu	Al	Cu	Al
1	2	3	4	5	6	7	8
200	—	630	400/385	—	—	240	300
160	—	500	320/310	—	—	150	240
132	—	400	250/245	120	—	95	130
110	—	300	250/205	95	150	95	120
100	—	315	200/190	95	120	70	95
90	—	315	200/171	70	120	70	95
75	630	315	160/150	70	95	50	70

1	2	3	4	5	6	7	8
55	500	250	160/111	50	70	35	50
45	400	200	100/92	35	50	25	35
40	315	200	100/82	25	35	16	25
37	200	160	100/77	25	35	16	25
30	200	125	100/64	16	26	16	25
22	160	125	63/48	10	16	10	16
18,5	125	100	63/42	10	16	10	16
15	100	80	40/35	10	16	10	16
11	80	63	32/26	6	10	6	10
7,5	63	50	25/19	4	6	4	6
5,5	50	35	20/14	2,5	4	2,5	4
4	35	25	15/11	2,5	4	2,5	4
3	25	25	11/9	2,5	4	2,5	4
2,2	25	20	8/6,5	1,5	2,5	1,5	2,5
1,5	20	16	6/4,8	1,5	2,5	1,5	2,5
1,1	20	10	4,5/3,8	1,5	2,5	1,5	2,5
0,75	16	10	3,3/2,8	1,5	2,5	1,5	2,5
0,55	10	6	2,4/2,2	1,5	2,5	1,5	2,5
0,37	6	4	1,8/1,6	1,5	2,5	1,5	2,5
0,25	4	4	1,3/0,9	1,5	2,5	1,5	2,5
0,18	4	2	1/0,7	1,5	2,5	1,5	2,5
0,12	2	2	0,75/0,5	1,5	2,5	1,5	2,5

P_n kW	Pornire Y – Δ la 380/660 V						
	I_f, A		I_s/I_t A/A	s_{ca}, mm²			
				Conductor		Cablu	
	R	L		Cu	Al	Cu	Al
1	2	3	4	5	6	7	8
200	630	500	250/225	120	—	95	120
160	500	400	200/180	95	120	70	95
132	500	400	160/145	70	95	50	70
110	400	315	160/120	50	70	35	50
100	315	250	160/110	50	70	35	50
90	250	200	160/100	35	50	25	35
75	250	200	100/87	35	50	25	35
55	200	160	100/64	16	25	16	25
45	160	125	63/53	16	25	10	16
40	160	125	63/48	10	25	10	16
37	125	100	63/45	10	16	10	10
30	100	80	40/38	10	16	6	10
22	100	80	32/28	6	10	4	6
18,5	63	50	32/24	4	6	2,5	4
15	63	50	25/20	2,5	4	2,5	4

1	2	3	4	5	6	7	8
11	50	35	20/15	2,5	2,5	1,5	2,5
7,5	23	25	15/11	1,5	2,5	1,5	2,5

Protejarea conductelor (3 + 1)

s_{ca} mm²	$\varnothing_e$ tub protecție, mm				
	Conductoare				Cablu
	IPF	IPEY	PEL	T	T
1,5	16	13,4	12,8	1/2	3/4
2,5	23	16,8	16,0	1/2	1
4	23	21,8	17,8	3/4	1
6	23	21,8	19,9	3/4	1
10	29	28,1	25,5	1	1 1/4
16	36	35,6	34,2	1 1/4	1 1/2
25	36	35,6	34,2	1 1/2	2
35	48	45,2	44,0	2	2
50	48	45,2	51,0	2	2 1/2
70	—	59,4	55,8	2/1/C6	2/1/2
95	—	59,4	—	2/1/2	3
120	—	71,4	—	3	3
150	—	86,4	—	3	3
185	—	86,4	—	3	3
s_{ca}	IP	PVC-U	PEL	T	T

Notă: 1. Nulul de protecție va fi din: Cu la conductoare, Cu sau Al la cabluri; $s_{cp} = s_{ca} \leqslant 16$ mm² și $s_{cp} = 0,5\ s_{ca} > 16$ mm²; v. și 15.3.2).

2. La pornire Y-Δ: montaj relee termice conform fig. 3.16-B; s_{ca} este pentru racordul comutator-motor, pînă la comutator fiind ca în pornirea directă.

11.3.4. *Electroalimentarea utilajelor de ridicat și transportat pe căi de rulare*

Compunerea instalației: coloana sau coloanele de alimentare, linia de contact sau racordul mobil, aparatele de conectare și protecție.

Coloanele de alimentare CA, de la instalația de distribuție pînă la linia de contact *LC* sau racordul mobil *RM*. Funcție de mediul de pozare (v. § 1.5) se alege din cablu armat sau

nu sau din conductoare izolate protejate în tub. Funcție de lungime și încărcare, *LC* poate fi alimentată prin una sau două coloane (fig. 11.10, *a, b, c*); *RM* este alimentat printr-o singură coloană.

Linia de contact se adoptă în special cînd alimentează mai multe utilaje sau cînd este de lungime mare și se execută:

a) Din profile de oțel cornier sau rotund, fixate prin izolatoare pe suporturi metalice montate pe grinda de rulare sau pe alte elemente ale construcției (fig. 11.10, *d, e, f*); se adoptă cu precădere, economisind cuprul în dezavantajul unei construcții grele, care necesită adesea legături suplimentare în cablu pentru micșorarea pierderilor și căderilor de tensiune; organizare:

— Elementele componente (fig. 11.10, *a, b, c*): *z* — zona de reparații, cîte una de fiecare pod, mai lungă cu 2 m ca lățimea podului; *s* — segment de separație a tronsoanelor *LC* alimentate prin coloane separate (cazul încărcărilor și lungimilor mari), mai lung cu 10 cm decît culegătorul de curent (poate fi alimentat din oricare tronson vecin pentru mișcarea podului oprit cu culegătorul de curent, chiar pe *s*); *c* — zona curentă dintre *z*—*z* sau *z*—*s*—*z*; *r* — rost de separație între elementele de mai sus, lung de minim 15 mm; *d* — rost de dilatație de minim 5 mm pentru $\theta = 70°C$ a *LC* (corespund ca poziție cu rosturile de dilatație ale grinzii de rulare; *l* — legături suplimentare în paralel cu *LC* (v. sus);

— Legăturile electrice dintre *z, c, s* conform schemelor 11.10, *b, c*;

b) Din fire de contact pentru linii aeriene de tracțiune electrică — STAS 686-83, întinse la capete (fig. 11.11, *a, b*):

— Rotunde, tip *TR* — 25, 35, 50, 65, 80, 100 mm^2, așezate pe suporturi speciale izolante (fig. 11.11, *c*);

— Profilate pentru tramvaie, tip *TTF* — 50, 80, 100, 150 mm^2, suspendate de suporturi speciale izolate (fig. 11.11, *d*);

— În ambele cazuri se prevede protecție de scoatere de sub tensiune a *LC* la ruperea unui conductor (fig. 11.11, *e*, dată pentru alimentarea liniei la mijloc; la racord de capăt, se scoate din schemă releul capătului alimentat cu legăturile corespunzătoare);

c) Cotele *a, b, c* din fig. 11.10 se stabilesc conform documentației tehnice a utilajului; execuțiile *LC* sînt tipizate prin proiectul tip directivă IPROMET nr. 40/601-03.

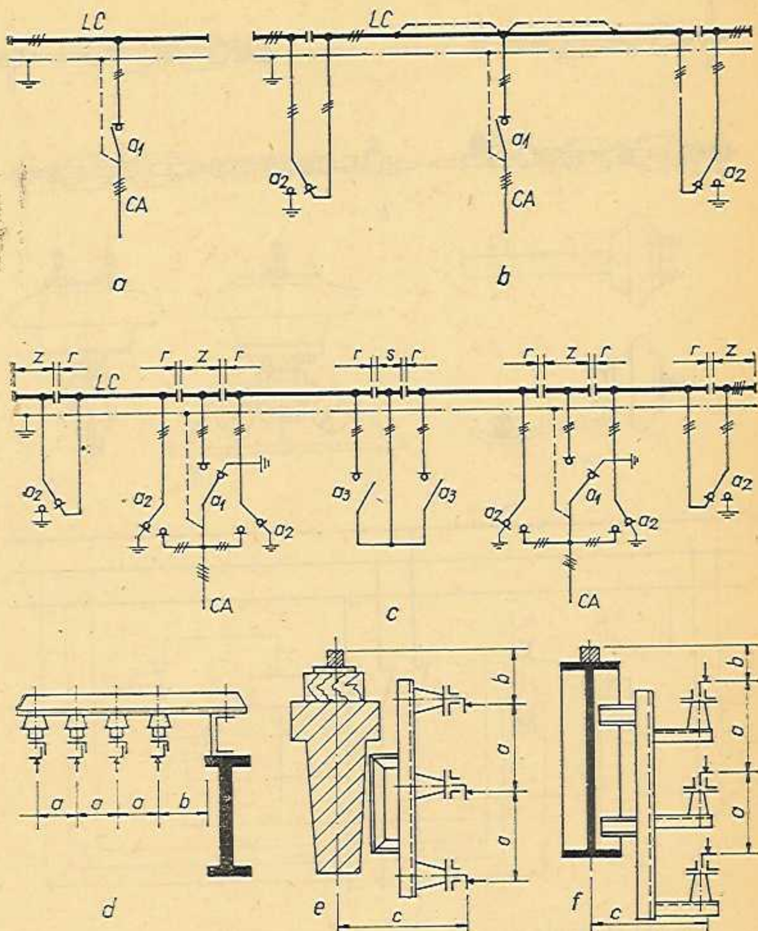


Fig. 11.10. Linie de contact din oțel-cornier:

a — schema electrică pentru 1 pod; *b* — idem, pentru 2 poduri *c* — idem, pentru 4 poduri; *d* — linie de contact pentru cărucior monoșină cu electroplan; *e*, *f* — idem, pentru poduri rulante (v §. 11.3.4).

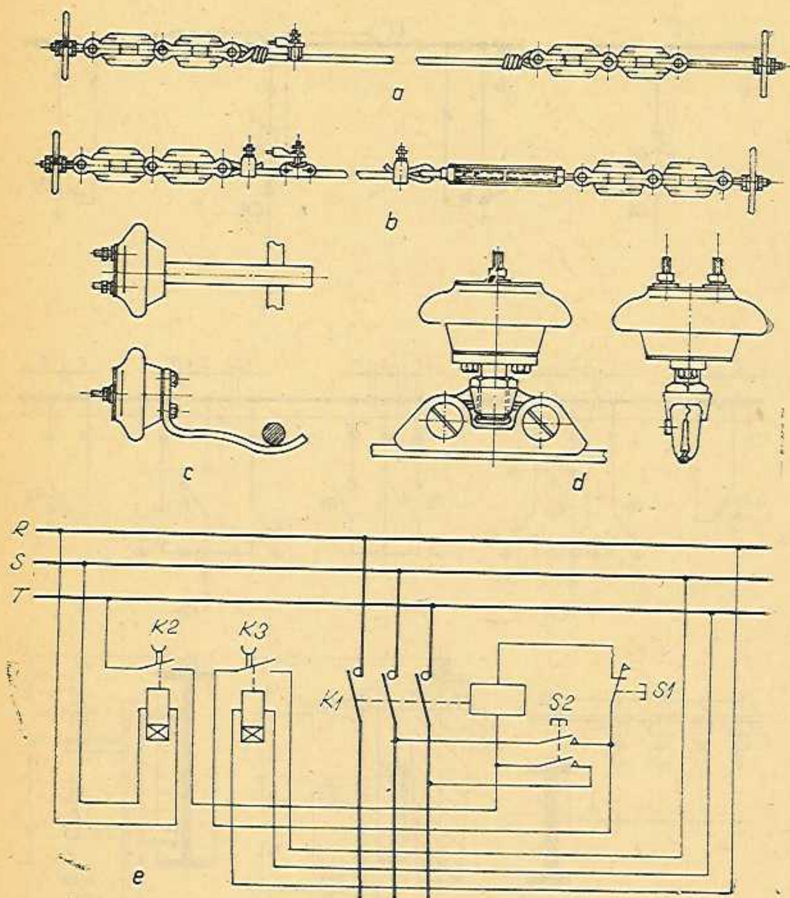


Fig. 11.11. Linie de contact din conductoare de cupru masiv:

a — fixare și întindere la capete pentru $l \leqslant 25$ m; *b* — idem $l > 245$ m; *c* — suport izolat pentru conductoare TR; *d* — idem, TTF; *e* — deconectarea de protecție la ruperea unui conductor.

Racordul mobil este de fapt o prelungire a *CA*, adoptat cu precădere în cazul traseelor scurte sau pentru o singură macara pe calea de rulare; este constituit din cablu MCG:

— trenat: pe profil I cu cărucioare de suspensie (pentru trasee lungi şi cabluri grele — fig. 11.12, *a*); pe profil ⊓ cu role (pentru cabluri de secţiuni mici — fig. 11.12, *b*) pe cablu de oţel cu inele de suspensie (pentru lungimi sub 15 m);

— desfăşurat de pe tambur (fig. 11.12, *d*) într-un şanţ sau jgheab paralel cu calea de rulare (la macaralele portal).

Aparatele de conectare şi protecţie (fig. 11.10, *a, b, c*):

— *CA* se protejează la plecare obişnuit prin siguranţe fuzibile, eventual întreruptoare automate; intrarea în *LC* se face printr-un întreruptor principal *a1*, montat într-o cutie cu cheie, amplasată vizibil şi cu acces uşor;

— Conectarea şi izolarea zonelor de reparat se face prin comutatoare cu cuţite de punere la pămînt *a2*, iar a segmentelor de separaţie prin întreruptoare simple *a3*.

Dimensionarea instalaţiei. *Curentul de calcul* la încărcarea admisibilă:

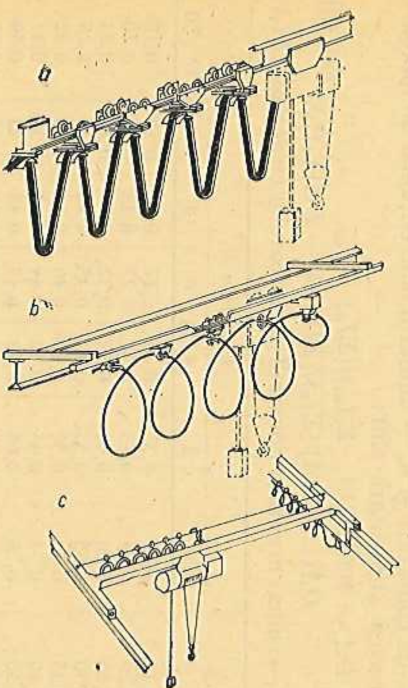
$$I_c = k\Sigma I_n, \quad (11.44)$$

unde: ΣI_n este suma curenţilor nominali ai motoarelor ce folosesc aceeaşi instalaţie de alimentare, în A; k — coeficient de calcul cu valorile din tabelul de jos unde DA — durata medie de conectare şi n_c — numărul convenţional de motoare pe aceeaşi alimentare sînt:

$$DA = 100\Sigma(DA_i \cdot \Sigma_i I_{ni})/(\Sigma I_n) \quad [\%],$$
$$n_c = DA(1 - DA)(\Sigma I_n)/[\Sigma DA_i(1 - DA)\Sigma_i I_{ni}^2]. \quad (11.45)$$

($\Sigma_i I_{ni}$ — suma curenţilor nominali ai motoarelor cu aceeaşi DA_i):

DA	k pentru n_c						
	1	2	4	6	8	10	12÷20
0,15	0,49	0,37	0,26	0,22	0,19	0,18	0,18
0,20	0,54	0,43	0,32	0,27	0,23	0,20	0,20
0,25	0,60	0,48	0,37	0,32	0,27	0,25	0,23
0,30	0,65	0,53	0,42	0,35	0,32	0,29	0,28
0,35	0,70	0,58	0,46	0,40	0,36	0,33	0,32
0,40	0,75	0,63	0,50	0,44	0,40	0,38	0,37
0,50	0,79	0,66	0,53	0,47	0,43	0,40	0,39
0,60	0,83	0,70	0,56	0,49	0,45	0,43	0,42



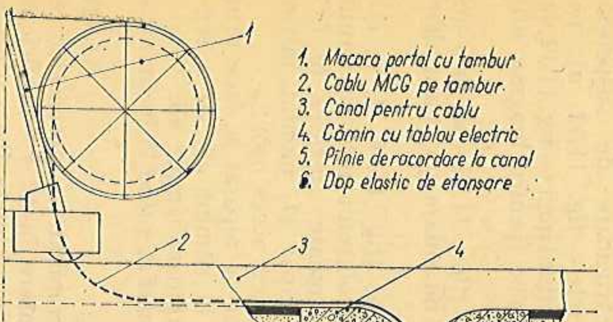


Fig. 11.12. Racord mobil la mașini de ridicat și transportat pe căi de rulare:
a — cablu trenat cu cărucioare pe profil I; *b* — idem, cu role pe profil; *c* — idem, cu inele pe cablu de oțel; *d* — cablu pe tambur.

Curentul de vîrf pentru 1, 2 sau mai multe poduri cu alimentare comună:

$$I_{v1} = p_1 I_{n1} + I'_{n1}; \; I_{v2} = p_2 I_{n2} + I_{v1}, \qquad (11.46)$$
$$I_{vi} = I_{v2} + I_c[\Sigma I_n - (I_{n1} + I'_{n1} + I_{n2})]/(\Sigma I_n),$$

în care $p_i = I_{pi}/I_{ni}$ — coeficient de pornire al motorului de putere maximă ($i = 1; 2 ... n$ poduri); I_{ni}, I_{pi} — curentul nominal, respectiv de pornire al aceluiași motor, în A; I'_{n1} — curentul nominal al motorului de putere imediat inferioară, destinat să funcționeze concomitent cu I_{n1}; I_c și ΣI_n — v. (11.44).

Protecția electrică: la scurtcircuit (v. *Aparate de conectare și protecție* mai sus); calculul, cu relațiile (11.33) — pornire grea și (11.41) unde se ia $I_p = I_v$.

Secțiunea conductoarelor se alege la încărcarea admisibilă cu relația (11.42) și se verifică la căderea de tensiune după ce s-a ales schema de alimentare convenabilă (fig. 11.10, *a*, *b*, *c*).

Calculul căderii de tensiune pînă la culegătorii de curent, respectiv la bornele de conectare la pod ale racordului mobil:

$$\Delta U = \Delta U_a + 173 I_v l_c (r_c \cos \varphi + x_c \sin \varphi)/U_n =$$
$$= k \cdot 10\%, \qquad (11.47)$$

în care: ΔU_a este căderea de tensiune pînă la linia de contact calculată cu relația (11.43), în %; I_v — curentul de vîrf calculat conform (11.46); l_c — lungimea de calcul, în m: pentru *LC*, egală cu 0,8 din lungimea dintre punctul de racord la *CA* și extremitatea cea mai depărtată a *LC*; pentru *RM*, egală cu lungimea acestuia; r_c, x — rezistența, respectiv reactanța specifică a *LC* sau *RM*, în mΩ/m (practic x_c se consideră numai pentru *LC* cu conductoare din OL și se determină cu relația $x_c = x'_c + x''_c$ unde x'_c, x''_c sînt reactanțele inductive specifice externă, respectiv internă), k — coeficient egal cu 0,8 la poduri cu deschiderea peste 20 m cu cabină neamplasată fix de partea liniei de contact și cu 1 în celelalte cazuri.

Deoarece calculul reactanței interne prezintă dificultăți din cauza greutății obținerii datelor necesare, se dau mai jos

căderile de tensiune pentru 100 m linie contact din oțel cornier de dimensiunile prevăzute în proiectul tip menționat (utilizarea datelor este exemplificată în exemplul de calcul 11.9):

I_{ad}, A	194	260	345	416	580
Profil L	30×30×4	40×40×4	50×50×5	60×60×6	80×80×8
$I_{v\,100}$, A	$U_{c\,100}$ pentru l_c = 100 m, în V/% la 380 V				
75	36,5/9,6	—	—	—	—
100	45,4/11,9	37,2/9,8	—	—	—
150	62,2/16,4	53,0/13,9	39,5/10,4	—	—
200	78,1/20,6	67,1/17,7	45,5/12,0	—	—
250	93,6/24,6	79,3/20,9	54,0/14,2	46,8/12,6	—
300	107,0/28,2	90,2/23,7	60,3/16,0	52,5/13,8	42,4/11,2
350	—	101,2/26,7	66,5/17,5	58,5/15,4	47,0/12,4
400	—	110,0/29,4	73,0/19,2	64,2/16,9	50,6/13,3
500	—	—	84,0/22,1	74,5/19,6	57,2/15,1
600	—	—	96,5/25,4	82,5/21,7	65,5/17,2
800	—	—	—	95,0/25,0	77,5/20,4
900	—	—	—	108,0/28,4	88,0/23,2
1100	—	—	—	—	98,0/25,8

Exemplul de calcul 11.9. Dimensionarea alimentării printr-o linie de contact din oțel cornier a două poduri rulante cu deschiderea de 18 m, cu următoarele motoare (ridicare-coborîre, deplasare cărucior, deplasare pod): pod *1*:DA = 40% – 55/111, 11/26, 4 × 7,5/4 × 19 kW/A; pod *2*:DA = 25% – 37/77, 5,5/14, 2 × 7,5/2 × 19 kW/A; $p_1 = 2{,}1$, $p_2 = 2{,}3$; *LC* are 120 m și alimentare la mijloc, iar *CA* are 15 m, pozare în aer la temperatură normală; $\Delta U_0 = 1{,}2\%$.

Curentul de calcul:

$$I_{n40} = 111 + 26 + 4 \cdot 19 = 213 \text{ A}; \quad I_{n25} = 129 \text{ A};$$

$$I_n = 213 + 129 = 342 \text{ A}; \quad I_c = 0{,}6 \cdot 342 = 205 \text{ A pentru:}$$

$$DA = 100(0{,}4 \cdot 213 + 0{,}25 \cdot 129)/342 = 34{,}3\% \text{ și } n_c =$$

$$= 0{,}343\,(1 - 0{,}343)\ 342^2/[0{,}4(1 - 0{,}4)\ 213^2 + 0{,}25\,(1 - 0{,}25)\ 129^2] = 1{,}9,$$

$$\text{deci } k = 0{,}6.$$

Curentul de vîrf și protecția la scurtcircuit:

$$I_v = (2{,}1 \cdot 111 + 4 \cdot 19) + 2{,}3 \cdot 77 = 486 \text{ A};$$

$$I_f = 0{,}6 \cdot 486 = 291 \text{ A – aleg Sist 401/NT2-300 A.}$$

Coloana de alimentare: cablu ACYY-1 kV – 3 × 120 + 1 × 70 mm²:

$$I_f/3 = 100 \text{ A} < I_{ad} = 220 \text{ A} > I_c = 205 \text{ A};$$

$$\Delta U_a = 1{,}2 + 173 \cdot 15 \cdot 486 \cdot 0{,}7/(32 \cdot 120 \cdot 380) = 1{,}8\ \%;$$

Linia de contact: profilul OL-L care satisface condiția, pentru $l_c = 0,8 \cdot 120/2 = 48$ m și $I_v = 486$ A:

$$U_{c\,100} = (10 - 1,8) \cdot 100 \cdot 500/48 \cdot 486 = 17,57\%,$$

este L 80×80×8 mm (pentru $I_v = 500$ A, $U_{c\,100} = 15,1\% < 17,57\%$), ceea ce duce la consum mare de material și construcție grea; ca urmare se adoptă schema cu legături suplimentare (fig. 11.10, *b*), cînd:

$$\Delta U_a = 1,8 + 0,6 \cdot 2 = 3\% \text{ pentru } l_s = 30 \text{ m ACYY-}3\times 120 \text{ mm}^2;$$

$$U_{c\,100} = (10 - 3)\, 100 \cdot 500/(24 \cdot 486) = 30\%,$$

condiție satisfăcută de L 50×50×5 mm pentru care:

$$I_f/3 = 100 \text{ A} < I_{ad} = 345 \text{ A} > I_c = 205 \text{ A};$$

$$\Delta U_c = 3 + 22,1 \cdot 486 \cdot 24/(500 \cdot 100) = 8,1\% < 10\%.$$

11.3.5. *Instalații de distribuție*

Distribuția energiei electrice la receptoare se face din tablouri sau bare de distribuție.

Tablourile de distribuție, în dulapuri sau cutii capsulate (v. § 8.1), cu gradul de protecție cerut de mediu (v. § 1.5), sînt echipate obișnuit cu un întreruptor pe sosire și cu aparatele de protecție a circuitelor la receptoare. Sînt alimentate prin coloane în cabluri sau conductoare izolate protejate în tub sau prin magistrale din bare. Amplasarea tablourilor se face pe cît posibil în centrul de greutate al consumului zonei servite, iar mărimea acesteia se alege astfel ca să nu se depășească capacitatea de încărcare a tablourilor, iar lungimea circuitelor să fie cît mai scurtă. Circuitele la receptoare sînt din cabluri sau conductoare izolate în tub, pozate conform § 16.1 ... 16.3.

Barele de distribuție (v. § 8.4) se montează de-a lungul liniilor de utilaje servite. Lungimea lor este limitată de încărcarea și căderea de tensiune admise, calculate ca în cazul coloanelor. Alimentarea barelor se face prin coloane de cabluri (mai rar cu conductoare) sau prin magistrale de bare. Circuitele la receptoare sînt din cabluri sau conductoare în tub, pozate conform exemplelor din fig. 11.13. Protecția circuitelor este asigurată de cutiile cu siguranțe montate pe bare.

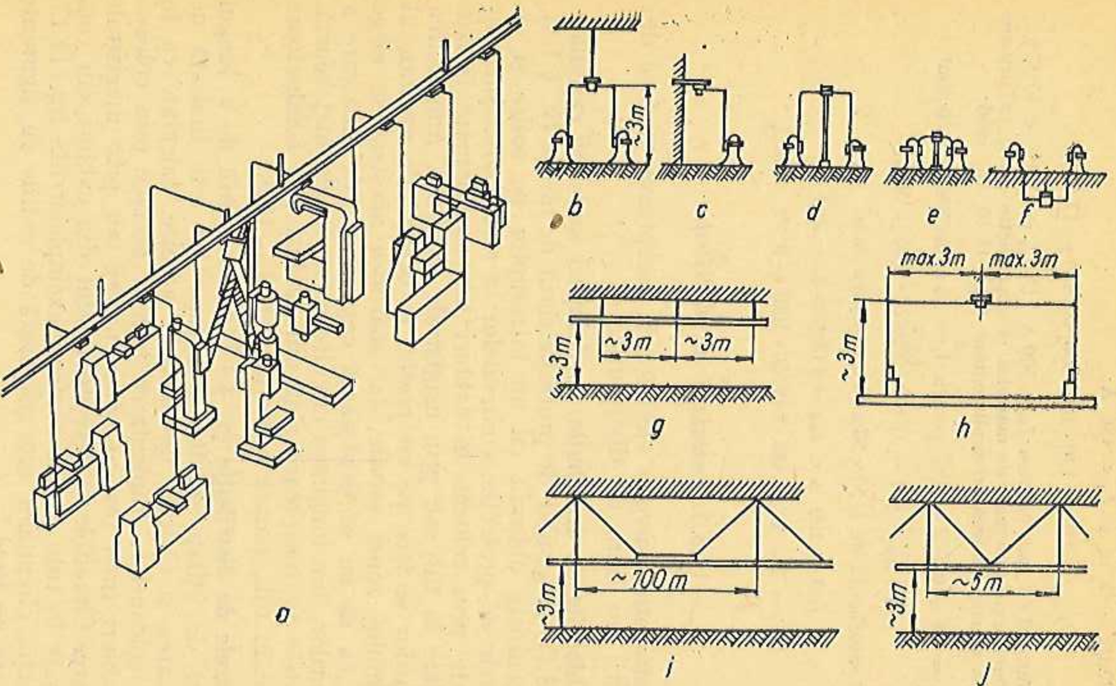
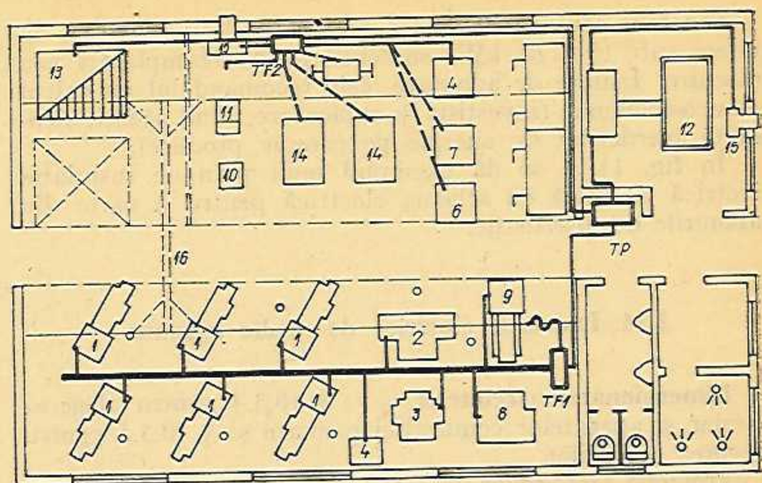
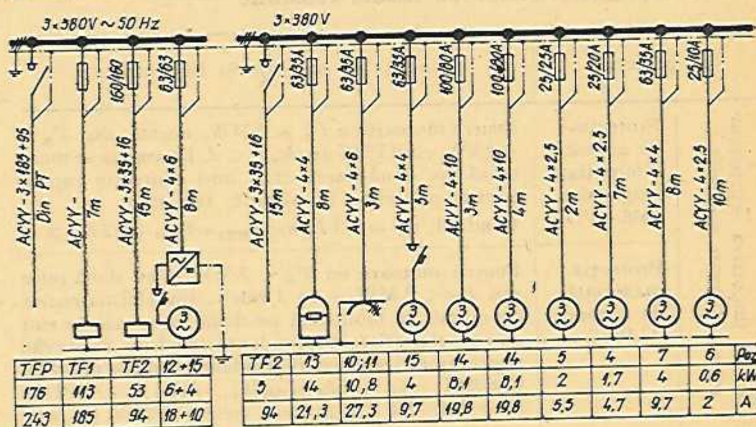


Fig. 11.13. Distribuție prin bare:

a — ansamblu; montaj; b — suspendat prin tiranți; c — sprijinit pe console; d, e — sprijinit pe suporți în pardoseală; f — în canal sub pardoseală sau în subsol; g, h, i, j — cote de montaj.





TFP	TF1	TF2	12+15
176	113	53	6+4
243	185	94	18+10

TF2	13	10;11	15	14	14	5	4	7	6	Poz
5	14	10,8	4	8,1	8,1	2	1,7	4	0,6	kW
94	21,3	27,3	9,7	19,8	19,8	5,5	4,7	9,7	2	A

Fig. 11.14. Planul și schema instalației electrice de forță din exemplul de calcul **11.9**:

1 — strung paralel; *2* — strung carusel; mașini de: *3* — frezat; *4* — găurit; *6* — filetat; *7* — ascuțit; *8* — rectificat; *9* — rabotat; *5* — polizor; *10* — transformator sudare; *11* — convertizor sudare; *12* — baie cromare; *13* — cuptor electric; *14* — presă cu excentric; *15* — ventilator; *16* — grindă rulantă.

Sistemul convine utilajelor așezate în linii regulate, cu puteri sub 15 ... 20 kW, susceptibile de reamplasări sau înlocuire. Înainte de adoptare, este recomandabil un calcul tehnico-economic (investiție + exploatare, dînd atenție deosebită pierderilor de energie pe care le produce).

În fig. 11.14 se dă exemplul unui plan de instalație electrică de forță cu schema electrică pentru o parte din tablourile de distribuție.

1.14. Instalații electrice de medie tensiune

Dimensionarea circuitelor — v. § 10.3.4 pentru alegerea barelor și aparatelor comutației primare și § 10.3.5 pentru alegerea cablurilor.

Protecția motoarelor de medie tensiune

Tip protecție		Condiții de utilizare și funcționare
Protecția împotriva scurtcircuitelor polifazate statorice	Protecția de curent diferențială longitudinală—PDL	Pentru motoare cu $P_n \geqslant 5$ MW, normal sau $P_n < 5$ kW, cînd PMC are $k_{sens} < 2$. De regulă se montează pe două faze: cînd nu-i protecție rapidă contra punerilor la pămînt, trei faze. Condiții: $i_{pr} = 1{,}3\, I_n/n_i$; $k_{sens} = I_{scm}\sqrt{3}/2 I_{pp} \geqslant 2$.
	Protecția maximală de curent — PMC	Pentru motoare cu $P_n < 5$ MW — cu două relee sau $P_n < 2$ MW — cu 1 releu; transformatoarele de curent se montează pe două faze; releele sînt cu caracteristică independentă (cînd nu se prevăd suprasarcini) sau semidependentă (cînd se prevăd). Condiții: $i_{pr} = k_s k_{sch} I_{pM}/n_i$; k_{sens} — v. PDL; $k_s = 1{,}4 \div 1{,}6$ (la primele relee), $1{,}8 \div 2$ (la ultimele); $k_{sch} = \sqrt{3}$, cu 1 releu sau 1, cu 2 relee.
Protecția maximală de curent contra suprasarcinilor — PMS		La motoare susceptibile de suprasarcină sau cu condiții foarte grele de pornire ($t_p \geqslant 20$ s, cuplate direct. Condiții: $i_{pr} = k_s k_{sch} I_n / k_r n_i$; $t_{pr} \geqslant 10$ s; $k_s = 1{,}1 \div 1{,}2$; $k_r = 0{,}75 \div 0{,}85$; k_{sch} — v. PMC.
Protecția împotriva punerilor la pămînt — PPP		La motoare cu $P_n \geqslant 2$ MW din rețele cu neutru izolat sau compensat, cînd I_{pp}, respectiv I_{rez} sînt peste 5 A, sau cu $P_n < 2$ MW, cînd I_{pp}, respectiv I_{rez} sînt peste 10 A. Comandă declanșarea rapidă.

Tip protecție	Condiții de utilizare și funcționare
Protecția împotriva scăderilor de tensiune — PTm	La motoarele asincrone: deconectarea motoarelor mai puțin importante pentru restabilirea tensiunii și autopornirea motoarelor importante (se realizează în 2 tranșe: 1 — deconectarea motoarelor puțin importante, $u_{pr} = 0{,}7U_n/n_u$, $t_{pr} = 0{,}5$ s; 2 — deconectarea motoarelor importante, $u_{pr} = 0{,}5\ U_n/n_u$, $t_{pr} = 5 \div 10$ s); deconectarea motoarelor cu autopornire nepermisă, u_{pr} — funcție de condiții locale, $t_{pr} \approx 10$ s. La motoarele sincrone: totdeauna; $u_{pr} = 0{,}5\ U_n/n_u$, t_{pr} — funcție de condiții locale.
Protecția contra defectelor de ungere și ventilație — PUV	La motoarele fără personal permanent de supraveghere, cu ungere și ventilație forțate. Comandă semnalizarea și declanșarea alimentării.
Protecția contra ieșirii din sincronism — PIS	La motoarele sincrone. De regulă este o protecție maximală, care acționează la apariția unui curent alternativ în înfășurarea de excitație.

11.5. Exploatarea, întreținerea și repararea instalațiilor electrice de forță

Se vor avea în vedere și §§ 7.8, 10.5 și 16.5 referitoare la mașini electrice, instalații de distribuție și rețele electrice.

În plus:

— Motoarele vor fi exploatate de personalul de serviciu al utilajelor acționate, care va executa: comanda acționării cu verificarea avertizării sonore înaintea pornirii motoarelor agregatelor mari cu comenzi din locuri diferite și cu respectarea condițiilor de pornire (în gol, în sarcină redusă sau în plină sarcină); supravegherea și controlul funcționării (variația tensiunii și sarcinii, încălzirea lagărelor și bobinajelor); întreținerea lagărelor;

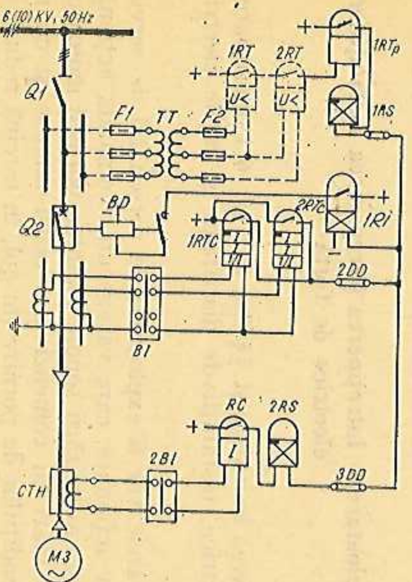


Fig. 11.15. Schema electrică de principiu pentru protecția unui motor asincron de medie tensiune.

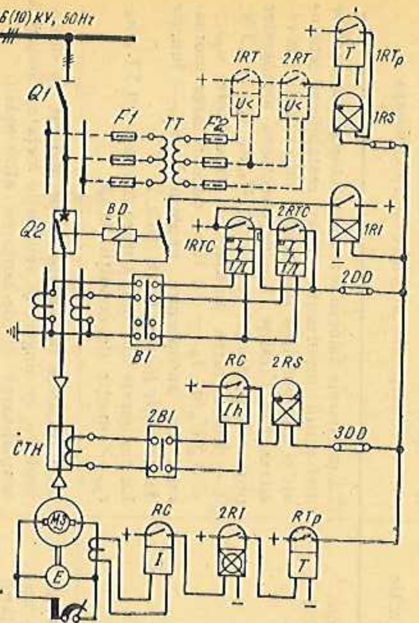


Fig. 11.16. Schema electrică de principiu pentru protecția unui motor sincron de MT.

— Controlul pentru constatarea stării echipamentelor electrice se va face de electricieni calificați; accesul la circuitele și elementele cu tensiuni periculoase este permis numai după deconectarea întreruptorului principal, care se blochează și se marchează cu plăci avertizoare; excepție, intervențiile la dispozitivele și reostatele de pornire scurtcircuitate sau cu periile ridicate, cînd se fac numai de personal de minim grupa IV NPM.

12. INSTALAȚII ELECTRICE DE ILUMINAT

12.1. Alegerea sistemului de iluminat

12.1.1. *Categorii de iluminat electric*

Iluminatul normal asigură desfășurarea activității normale în interiorul și exteriorul clădirilor. Electroalimentarea se face din rețeaua de distribuție a consumatorului, fără condiții speciale în afara evitării fluctuațiilor de tensiune (datorate de exemplu sudării) pentru lămpile cu incandescență.

Iluminatul de siguranță asigură desfășurarea anumitor activități la avaria iluminatului normal conform tabelului de mai jos:

Felul iluminatului de siguranță în funcție de destinație	Tip electroalimentare (fig. 12.1)			
	1	2	3	4
1	2	3	4	5
Iluminat de avarie (continuarea lucrului); în locurile/încăperile:				
a. cu receptoare categoria 0 și 1	—	●	—	—
b. de unde se oprește lucrul	—	—	●	—
c. blocul operator chirurgical	—	●	—	—
d. cu supraveghere continuă	—	—	●	—
e. cu instalații și utilaje PSI	—	●	—	—
Iluminat de evacuare pe căile de evacuare și la ieșirile din sălile aglomerate cu > 50 persoane:	Funcție de numărul de persoane posibil simultan în încăperile respective:			
a. teatre, cinema, săli spectacol	> 1500	⩽ 1500	—	—
b. magazine, expoziții temporare	—	> 600	201 ... 600	⩽ 200

12.1.1. *(continuare)*

1	2	3	4	5
c. săli conferințe, concert, sport,	—	600	101 ... 600	⩽ 100
d. biblioteci publice, săli așteptare, vestiare, restaurante	—	> 1500	601 ... 1500	⩽ 600
e. expoziții permanente, aziluri	—	> 1500	601 ... 1500	⩽ 600
f. spitale, creșe, grădinițe,	—	> 1500	601 ... 1500	⩽ 600
g. hoteluri și similare, clădiri administrative	—	> 1500	601 ... 1500	⩽ 600
h. clădiri cu $h > 45$ m	—	> 50	—	—
i. clădiri cu h = 28 ... 45 m, care nu sînt locuințe	—	> 600	101 ... 600	⩽ 100
j. clădiri producție oarbe	—	> 1500	601 ... 1500	⩽ 600
k. alte încăperi cu peste 100 persoane	—	—	—	> 100
Iluminat de evacuare pe traseul și la ieșirile:				
l. scărilor neluminate natural	—	—	•	—
m. scărilor luminate natural din blocuri locuințe cu > 6 niveluri	—	—	—	•
n. alte căi evacuare exceptînd blocuri locuințe sub 6 niveluri	—	—	—	> 50
Contra panicii: completează iluminatul de evacuare în încăperile cu peste 400 persoane	Electroalimentare comună cu iluminatul de evacuare			
Pentru circulație: completează, la nevoie, iluminatul de evacuare	Electroalimentare comună cu iluminatul de evacuare			
Pentru veghe în încăperi de spitalizare, dormitoare din creșe etc., care cer supraveghere	Electroalimentare comună cu iluminatul de evacuare			
Pentru marcarea hidranților interiori unde se lucrează cu lumină artificială, dacă alt iluminat de siguranță nu satisface	Electroalimentarea din alt iluminat de siguranță sau de tip 4			

Iluminat general:

— uniform, unde nu se cer condiții speciale pentru anumite locuri din spațiul luminat (suprafețe ocupate cu lucrări de aceeași categorie sau cu locuri de muncă mobile) și unde $E_{med} < 250$ lx;

— zonal, unde diferitele faze ale procesului tehnologic se execută pe zone bine determinate care necesită niveluri de iluminare diferite.

Iluminat localizat — unde se cer condiții speciale pentru anumite locuri din spațiul luminat. Singur se adoptă mai rar; obișnuit completează iluminatul general (v. aliniatul următor).

Iluminat general combinat cu iluminat localizat — în spațiile cu lucrări de categorii diferite sau unde $E_{med} > 250$ lx. În încăperi cu lucrări de categoriile I ... IV (v. § 12.1.3) iluminatul general va avea cel puțin 10% din iluminarea medie totală și minimum 150 lx.

Iluminat de pază a clădirilor sau incintelor. Se comandă centralizat. Nivel de iluminare—5 lx.

Iluminat periferic al incintelor întreprinderilor pe o zonă de circa 10 m spre interior.

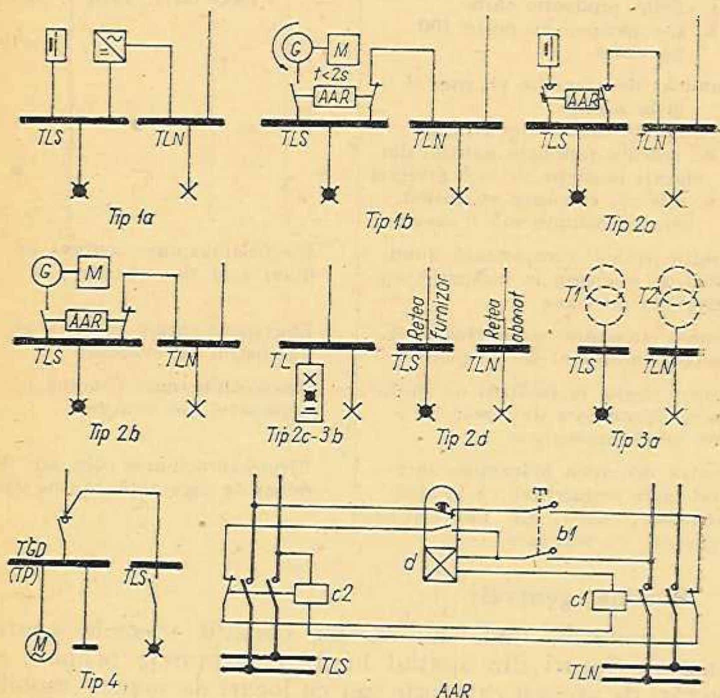


Fig. 12.1. Schemele electrice simplificate ale tipurilor normate de electroalimentare a instalațiilor de iluminat de siguranță (la tipul *1a* grupul electrogen este în rotație permanentă, iar la *2b* pornește automat la avaria iluminatului normal).

12.1.2. *Alegerea surselor electrice de iluminat*

Lămpile cu incandescență se preferă numai cînd se nu pot utiliza lămpi cu descărcări în gaze, din motive tehnice sau economice ca: funcționarea de scurtă durată și cu întreruperi frecvente, temperaturi ambiante necorespunzătoare, condiții de calitate a iluminatului impuse (v. § 12.1.6), servituți de protecție sau de gabarit pentru corpul de iluminat, necesități de protecție sanitară sau contra electrocutării, timp instantaneu de intrare în funcțiune (iluminatul de siguranță necuplat permanent), iluminări cerute mici care s-ar realiza neeconomic cu lămpi cu incandescență.

Avantaje: simple, volum redus, adaptabile oricărei situații datorită gamei largi de puteri și temperaturii calde de culoare, investiții mici. Dezavantaje: randament luminos și durată de funcționare scăzute, deci cost de exploatare ridicat.

Lămpile fluorescente tubulare se adoptă de regulă în încăperile și spațiile cu înălțimi recomandabil sub 6 m, cînd nu se impun lămpile cu incandescență. Obișnuit se aleg culorile alb (*2*) și alb-cald (*3*) cu fluxuri luminoase mari; culorile alb-luminos (*1x*), alb-superior (*2x*) și alb-cald-superior (*3x*) se aleg numai cînd se cer redarea exactă a culorilor și confort vizual deosebit.

Avantaje: randament luminos și durată de funcționare ridicate, posibilități convenabile de redare a culorii. Dezavantaje: necesită echipamente suplimentare de funcționare (balast, starter, condensator), servituți de amplasare datorită lungimilor incomode, gamă de puteri redusă (14 ... 65 W) cerînd un număr mare de corpuri de iluminat și deci material sporit de montaj și dificultăți mari în întreținere (curățire, schimbarea lămpilor), funcționare limitată de temperatura ambiantă.

Lămpile cu vapori de mercur sub presiune se aleg pentru hale industriale cu înălțimi de 6 ... 15 m și în unele clădiri civile (săli de sport) unde nu-i necesară redarea exactă a culorilor, precum și în iluminatul exterior. Contraindicate pentru iluminatul de siguranță, datorită inerției mari de intrare în funcțiune.

Avantaje: volum redus, randament luminos apropiat de al lămpilor tubulare dar mai mic, temperatură de culoare

convenabilă în majoritatea cazurilor din industrie, gamă de puteri convenabilă (80 ... 400 W) permițînd satisfacerea suprafețelor întinse cu un număr relativ redus de corpuri de iluminat, durată de funcționare mare, cheltuieli de întreținere reduse. Dezavantaje: necesită, de asemenea, echipament suplimentar de funcționare (balast, condensator), domeniu foarte restrîns de utilizare în clădiri civile.

Lămpile cu vapori de sodiu sub presiune se adoptă în hale industriale cu înălțimi mai mari de 15 m, în mediile cu praf, ceață, și mai ales în iluminatul exterior.

Avantaje și dezavantaje, ca lămpile cu vapori de mercur, cu deosebirea că au randament luminos mult mai ridicat chiar decît lămpile tubulare, echipament suplimentar de funcționare mai dificil și nu permit redarea culorilor.

12.1.3. *Iluminări medii normate pentru iluminat normal*

Loc	Destinație		E_{med} lx	Destinație		E_{med} lx
1	2		3	4		5
	Iluminat în construcții industriale și similare					
Instalații interioare	I. Lucrări de precizie deosebită (detalii < 0,1 mm) pentru subcategoria:	a	3000	IV. Lucrări de precizie medie (detalii 0,5...1 mm) pentru subcategoria:	a	750
		b	2000		b	300
		c	1500		c	200
		d	750		d	150
	II. Lucrări de precizie mare (detalii 0,1 ... 0,3 mm) pentru subcategoria:	a	2000	V. Lucrări de precizie mică (detalii > > 1 mm)		150
		b	1000			
		c	750			
		d	500	VI. Lucrări de supraveghere generală a procesului de producție		75
	III. Lucrări de precizie detalii 0,3 ... ... 0,5 mm) pentru subcategoria:	a	1000			
		b	750			
		c	500	VII. Acces periodic la utilaje și instalații		30
		d	400			
Instalații exterioare	VIII. Lucrări cu raportul $m/l < 0{,}005$		50	Spații de circulație: — drumuri; alei		3; 2
	IX. Lucrări cu raportul $0{,}005 < m/l < 0{,}02$		30	— porți pentru vehicule		5
				— pasaje, treceri cu trafic redus		2
	X. Lucrări cu raportul $0{,}02 < m/l < 0{,}05$		20	— pasaje de nivel la c.f.		10
				— căi ferate:		

1	2	3	4	5
Instalații exterioare	XI. Lucrări cu mecanisme care cer supraveghere generală atentă	10	• macazuri trieri vagoane	
			• idem, intrare-ieșire	2
			• linii manevră	1,5
	XII. Lucrări manuale grosiere care cer distingerea obiectelor mari apropiate	5	• rampe, cheiuri, dane	2
			— iluminat pază	1
			— iluminat perimetral (v. § 12.1.1)	2

Iluminat în construcții civile

Destinație	E_{med} lx	Destinație	E_{med} lx
1	2	3	4
Locuințe:		Alimentație publică:	
— camere de zi, pentru copii, bucătării, băi (la oglindă)	50	— baruri, restaurante	50—100
— dormitoare	30	— cantine, spălare vase	150
— WC, scări, vestibule	20	— bucătării	200
Hoteluri, cămine, case odihnă, internate:		Instituții medicale:	
— dormitoare, sufragerii	50	— cabinete consultații, săli de operație sau disecții (iluminat general), saloane bolnavi, săli și depozite izotopi r.a.	300
— holuri principale	75	— săli operații și disecție (cîmp operațional)	2000
Clădiri administrative:		— săli de tratament, încăperi primire medicamente	200
— birouri, săli de lucru cu publicul prin ghișee, săli ședințe	140	— săli așteptare, camere pentru medici și surori	100
— birouri cu mașini de calculat, săli proiectare	300	Instituții învățămînt:	
— camere primire, săli așteptare, holuri, încăperi organizații obștești, arhive și depozite (la rafturi), bufet	100	— săli curs, laboratoare	300
— vestiare	50	— săli desen	400
Clădiri comerciale:		— săli sport	200
— magazine	150—200	— cancelarii, secretariat	150
— vitrine	200—700	Băi publice:	
Creșe, grădinițe, cămine:		— săli bazine, desinfecție	50
— săli comune, săli mese	300	— rest încăperi	30
— dormitoare, camere primire	75	Clădiri căi comunicații:	
— oficii	150	— holuri cu ghișee, case bilete, centrale telefon	150
— camere pentru îngrijitoare, depozit materiale	30	— săli vamă	100
		— săli așteptare	75

1	2	3	4
Biblioteci:		— bagaje, cabine telefon	30
— săli lectură	300	Clădiri de sport (antrenament/competiţii):	
— fişier, cabinet studii	200	— sport cu mingea, gimnastică, ciclism, hipism	300/500
— birouri, expoziţii	150	— box	2000/5000
— depozit cărţi, atelier foto	50	— lupte clasice,	500/1000
Muzee, expoziţii:		— scrimă	500/1000
— săli expunere	300	— popice, la:	
— laboratoare, ateliere, săli studii	200	• scîndura de rulaj	50/100
Clădiri social-culturale:		• crucea popicelor	100/250
— săli de teatru şi concerte, cabine artişti	100	— sport pe gheaţă	200/400
— săli cinema, vestiare	50	— piste atletism	150/200
— săli conferinţe, sport	150	— stadioane	200/600
— cercuri de studii, săli de recepţie	200	— bazine înot:	
— foaiere, holuri, scări principale	75–100	• deasupra apei	150/200
— depozite de decoruri şi materiale	30	• la sosire	500
		— bazine înot şi polo:	
		• deasupra apei	200/100
		• la sosire	500
		• la spectatori	100

Notă. 1. Scara normată a nivelelor de iluminare, în lucşi: 0,2—0,3—0,5—1—1,5—2—3—5—10—15—20—30—50—75—100—(140)—150—200—(250)—300—(350)—400—500—(700)—750—1000—1500—2000—3000—4000—5000. Valorile din paranteză sînt tolerate.

2. Definiţia subcategoriilor de lucrări a, b, c, d:

Fond \ Contrast	mic $K \leq 0,2$	mediu $0,2 < K \leq 0,5$	mare $K > 0,5$
întunecat: $\rho \leq 0,2$	a	b	c
mediu: $0,2 < \rho \leq 0,4$	b	c	d
luminos: $\rho > 0,4$	b	c	d

unde: K este contrastul (distingerea detaliului pe fond) egal cu

$$K = \frac{L_f - L_d}{L_f} \text{ pentru } L_f > L_d \quad \text{sau} \quad K = \frac{L_d - L_f}{L_d} \text{ pentru } L_d > L_f$$

L_d, L_f — luminanţa detaliului, respectiv fondului, în cd/m²;
ρ — coeficientul de reflexie.

3. Valorile din tabel se vor ridica cu o treaptă în următoarele cazuri singulare sau cumulate:

— la categoriile I ... V cînd: distanța ochi—obiect este peste 0,5 m, efortul vizual încordat este continuu peste 4 ore, detaliile sînt în mișcare;

— la categoriile IVd, V, VII cu pericol mărit de accidentare (ferăstraie circulare, foarfeci ghilotină, tranșare carne etc.);

— în încăperi cu exigențe sanitare deosebite, cu iluminat natural sub 25% din nivelul normat, de producție în învățămînt cu iluminare normată sub 300 lx.

4. Factorii de uniformitate minimi necesari:

Specificație		E_m/E_{med} pe planul util	E_m/E_M pe suprafață lucru	E_{med1}/E_{med2} încăperi vecine
Incăperi sau spații de lucru industriale cu lucrări de categoriile	I—V	0,65	0,65	—
	VI, VII	0,40	0,65	—
	VIII—X	0,25	0,25	—
	XI, XII	0,25	—	—
Incăperi utilizare generală		0,50	—	—
Spații de circulație		0,25	—	—
Incăperi vecine cu circulație frecventă		—	—	0,1

5. Tabelul respectă prevederile STAS 6646/1; 2-79 și PE 136/80.

6. *m* — mărimea obiectului; *l* — distanța față de ochi.

12.1.4. *Iluminări medii normate pentru iluminatul de siguranță*

Destinația iluminatului	Iluminarea medie
1	2
Iluminatul de siguranță în industrie	
Continuarea lucrului (avarie)	10 % din $E_{med\,n}$ (n = normat)
Evacuare:	
— în spații interioare	0,5 % din $E_{med\,n}$, dar minim 0,5 lx
— în spații exterioare	0,5 % din $E_{med\,n}$, dar minim 0,3 lx
Iluminat de siguranță în clădiri civile	
Continuarea lucrului (avarie):	
— cîmp operațional	$E_{med\,n}$
— rest bloc operativ	80 % din $E_{med\,n}$

1	2
Evacuare:	
— în general	0,3 lx
— în creșe	2,0 lx
— trasee evacuare din creșe, săli spectacol cu peste 100 locuri	1,0 lx
Evitarea panicii	3% din $E_{med\,n}$, dar minim 5 lx
Circulație	Nenormat. După necesități.
Iluminat de pază	2,0 lx

12.1.5. *Asigurarea calității iluminatului*

Evitarea sau limitarea orbirii și anume:

— *A orbirii directe*, prin ecranarea lămpilor sau dispunerea lor în afara unghiului de 45° față de linia principală de vedere — v. fig. 12.2 (excepție: încăperile cu lucrări de categoria VI și VII, cele unde prezența oamenilor este

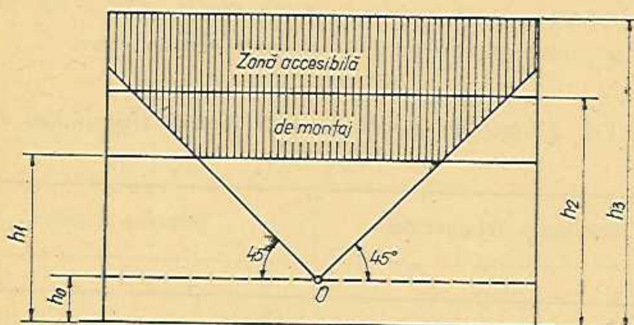


Fig. 12.2. Zona de montare a corpurilor de iluminat pentru evitarea orbirii directe:

O — ochiul omului; *Lpv* — linia principală de vedere la $h_0 = 1{,}2$ m pentru poziția *șezînd* sau $h_0 = 1{,}6$ m pentru poziția *în picioare*; h_1, h_2, h_3 — înălțimea plafonului față de pardoseală.

ocazională, cele unde se urmăresc efecte speciale); pentru iluminatul localizat, unghiul de protecție al corpului de iluminat va fi de minimum 34°, indiferent de tipul lămpii;

— *A orbirii prin contrast*, prin:

• Finisaje mate pentru principalele suprafețe ale încăperilor, realizate cu materiale care să asigure factorii de reflexie minimi următori:

Suprafața	Plafon	Pereți sus	Pereți jos	Pardoseală	Dotări
ρ_m	0,7	0,5	0,3	0,1	0,3

• Alegerea corpurilor de iluminat, a dispunerii lor și a factorilor de reflexie astfel încît rapoartele luminanțelor specificate să se încadreze în limitele următoare:

Raportul	L_d/L_{fa}	L_d/L_{fd}	L_c/L_{fa}	L_d/L_{fi}
Limite	1/3÷3/1	1/10÷10/1	max. 20/1	max. 40/1

(unde: *L* — luminanța: *d* — sarcinii vizuale; *c* — corpului de iluminat; *f* — fondului; *a* — vecin; *d* (al doilea indice) — mai depărtat; *i* — oricărui punct din cîmpul vizual);

— *A orbirii prin reflexie*, prin realizarea cumulată a condițiilor de mai sus sau, cînd nu este posibil, prin utilizarea corpurilor de iluminat cu suprafețe mari și cu luminanța în direcția suprafeței de lucru de maximum 1500 cd/m².

Redarea corespunzătoare a culorilor funcție de nivelul de iluminare și de factorii de reflexie, conform specificației:

Redarea culorilor	Foarte bună		Bună	Medie	Oricum
$E_{med\ n}$, lx	min. 4000	min. 1000	min. 300	150	–
Factor reflexie	> 0,2	> 0,4	–	–	–
Temp. culoare K	> 6000		> 4000	≈ 4000	3000
Indice de redare	90÷100		80÷89	60÷79	–

Înlăturarea efectului stroboscopic la lămpile cu descărcări-obișnuit prin conectarea lor la faze diferite și/sau montarea balastrilor capacitive.

12.1.6. *Criterii de alegere a sistemului de iluminat*

Se va asigura iluminarea minimă necesară, cu consum de energie electrică, investiții și cheltuieli de exploatare și întreținere minime.

Se va urmări reducerea iluminatului general uniform în favoarea celui combinat (general cu localizat), eventual a iluminatului general zonal. Se vor prefera iluminatul direct și mixt, cel indirect — în special în scafe — folosindu-se în cazuri cu totul excepționale.

De regulă, se folosește iluminat fluorescent; cel incandescent se adoptă numai din motive tehnice sau pentru avantaje economice evidente, precum și în cazuri speciale (efecte ornamentale sau confort vizual deosebit). Culorile lămpilor, funcție de nivelul de iluminare, vor fi alese respectîndu-se indicațiile din § 12.1.2, concretizate de alt fel prin diagrama Kruithof (fig. 12.3).

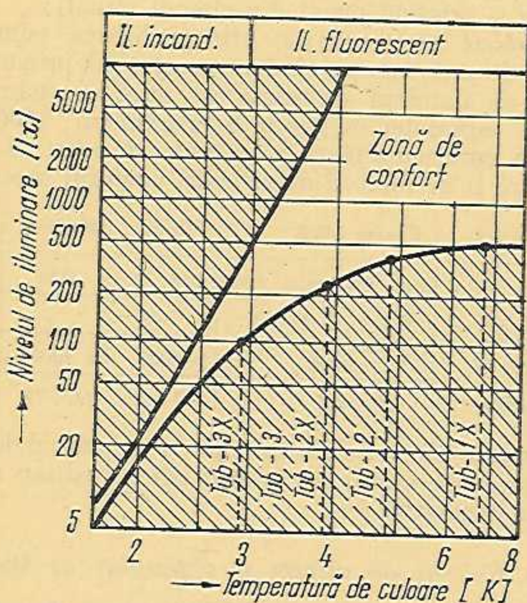


Fig. 12.3. Diagrama Kruithof de confort vizual (s-au marcat nivelurile minime de iluminare la care se utilizează tuburile fluorescente).

Comanda iluminatului general se va face pe zone și în trepte, funcție de nevoile de iluminat, obișnuit centralizat la tabloul de distribuție (în hale) sau de la intrări (în compartimentări). Iluminatul localizat va fi comandat local; cel de pază interior, de la intrări (de regulă din exterior) iar cel exterior, centralizat pe unul sau mai multe puncte de aprindere amplasate la poartă sau la tablourile de distribuție respective.

12.2. Calculul iluminatului electric

12.2.1. *Metoda factorului de utilizare*

Este metoda de calcul uzuală pentru iluminatul interior din spații limitate, cu coeficienți de dispersie și reflexie mari. Se calculează iluminarea medie cu relația:

$$E = \frac{N \Phi_l u}{S} \frac{1}{\Delta}, \tag{12.1}$$

unde: Φ_l este fluxul luminos al lămpii alese, în lx;

N — numărul de lămpi necesar;

u — factorul de utilizare al corpului de iluminat (v. § 5.2.2; 5.3.2) funcție de indicele încăperii,

$$i = \frac{L\,l}{h(L + l)}, \text{ sau } i = \frac{3\,L\,l}{2h(L + l)}, \tag{12.2}$$

prima relație referindu-se la iluminatul direct sau mixt, a doua la cel indirect sau semidirect;

L, l — lungimea, respectiv lățimea încăperii, în m;

h — înălțimea dintre corpul de iluminat și planul util (luminat pentru lucru), în m (v. fig. 12.4, *e*);

S — suprafața încăperii (produsul $L\,l$), în m²;

Δ — factorul de depreciere datorat îmbătrînirii lămpii, și murdăririi lămpii și corpului de iluminat; valori:

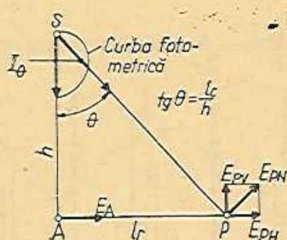
Caracteristicile mediului	Δ/perioada de curățire a corpurilor de iluminat în luni, pentru categoria de depreciere a acestora:				
	I	II	III	IV	V
Foarte curat	1,25/24	1,25/24	1,25/12	1,30/12	1,25/18
Curat	1,25/12	1,25/18	1,30/12	1,35/12	1,30/12
Mediu	1,25/9	1,25/12	1,30/9	1,30/6	1,25/6
Murdar	1,25/6	1,25/6	1,30/6	1,35/6	1,30/6
Foarte murdar	1,30/3	1,25/3	1,30/3	1,35/3	1,30/3

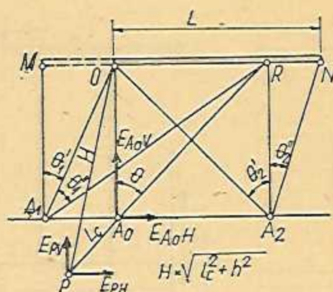
Caracteristicile mediilor industriale (exemple): *foarte curat* — secții de piese electronice, laboratoare și secții prevăzute cu filtrarea aerului de introducere; *curat* — secții de montaj aparate electronice, optice și de măsurat, laboratoare industriale, camere de comandă; *mediu* — industria farmaceutică, laptelui, panificației, textilă (filaturi, țesătorii, tricotaje), confecțiilor, încălțămintei, porțelanului și țigaretelor, hale de prelucrări mecanice la rece și de montaj, sala mașinilor centralelor electrice; *murdar* — cazangerii, turnătorii, forje, oțelării, laminoare, fabrici ciment, și sticlă, industria lemnului și hîrtiei, sala cazanelor centralelor electrice; *foarte murdare* — cocserii, furnale, întreprinderi de negru de fum, gospodării de cărbune.

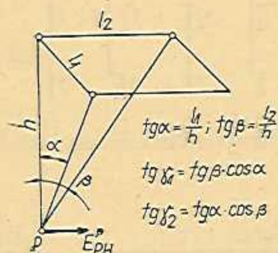
Categoriile de depreciere a corpurilor de iluminat: *I* — fără elemente reflectorizante (FIA, FIPA etc.); *II* — cu reflector perforat (FIRB, FIPRB etc.); *III* — cu reflector neperforat (FIRA, FIPRA, PVCSb etc.); *IV* — cu reflector cu ecran sau cu ecran din sticlă sau material plastic (FIAG, I-EP, I-ED, P-IC, P-IB etc.); *V* — cu ecran din material difuzant sau din sticlă clară și dispozitiv metalic de protecție la lovire (FIDA, FIDI, IMS, AV, AI, CFS, PVB, PVD etc.).

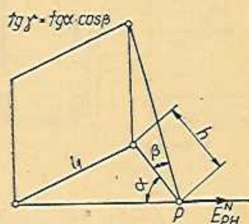
Exemplul de calcul 12.1. Calculul iluminatului pentru atelierul mecanic din fig. 12.5, în care se execută lucrări de precizie medie pe fond luminos cu contrast mare. Caracteristicile încăperii:

$$L = 42 \text{ m}, \ l = 36 \text{ m}, \ h = 7 \text{ m}, \ \rho_t = \rho_p = 0{,}5; \ K = 0{,}6; \ \Delta = 1{,}3.$$









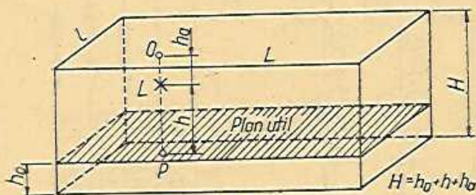


Fig. 12.4. Calculul iluminatului electric:

a — sursă punctiformă; *b* — sursă liniară; *c* — sursă de suprafață paralelă cu planul de lucru; *d* — idem, perpendiculară; *e* — cote pentru determinarea indicelui încăperii:

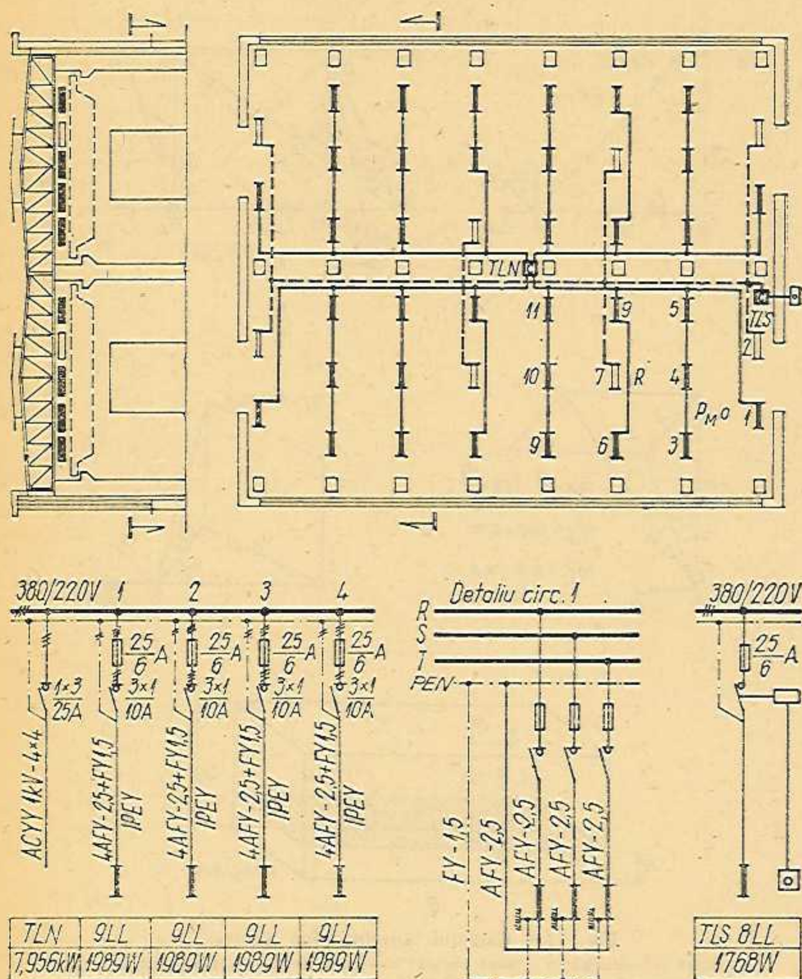


Fig. 12.5. Planul și schema instalației de iluminat a unei hale industriale.

Se aleg corpuri de iluminat FIRA-365 echipate cu tuburi fluorescente culoarea 3 cu $\Phi_1 = 4600$ lm (v. §§ 5.1.2., 5.2) și iluminarea medie minimă necesară lucrului $E = 150$ lx (v. § 12.1.3).

Se calculează:

$$i = \frac{42 \cdot 36}{7\,(42 + 36)} = 27{,}7 \rightarrow u = 0{,}57,$$

$$N = \frac{150 \cdot 42 \cdot 36 \cdot 1{,}3}{0{,}57 \cdot 3 \cdot 4600} = 43{,}25 \rightarrow \text{se alege 44 FIRA-365},$$

$$E_{med} = 150\,\frac{44}{43{,}25} = 152{,}6 \text{ lx}.$$

12.2.2. *Metoda punct cu punct*

Se folosește în special pentru iluminatul exterior sau pentru verificarea factorului de uniformitate în iluminatul interior. În calcule se consideră și aportul izvoarelor de lumină vecine punctului pentru care se face calculul iluminării. Cazuri uzuale:

a. Izvoare punctiforme (fig. 12.4, *a*): cu relațiile (12.3):

$$E_A = \frac{I_\theta}{h^2}\,\frac{1}{\Delta}; \quad E_{PN} = \frac{I_\theta \cos^2\theta}{h^2}\,\frac{1}{\Delta};$$

$$E_{PV} = \frac{I_\theta \cos^2\theta \sin\theta}{h^2}\,\frac{1}{\Delta}; \quad E_{PH} = \frac{I_\theta \cos^3\theta}{h^2}\,\frac{1}{\Delta};$$

b. Izvoare liniare (fig. 12.4, *b*): cu relațiile (12.4):

$$E_{A_0H} = \frac{I_N(\sin\theta\cos\theta + \theta)}{2h}\,\frac{1}{\Delta}; \quad E_{A_0V} = \frac{I_N \sin^2\theta}{2h}\,\frac{1}{\Delta};$$

$$E_{A_2} = E_{\overline{MN}} - E_{\overline{MO}}; \quad E_{A_1} = E_{\overline{OR}} + E_{\overline{RN}};$$

$$E_{PH} = \frac{I_N(\sin\theta\cos\theta + \theta)}{2H}\,\frac{1}{\Delta}; \quad E_{PV} = \frac{I_N \sin^2\theta}{2H}\,\frac{1}{\Delta}.$$

c. Izvoare de suprafață plană: cu relațiile (12.5):

— paralele cu suprafața luminată (fig. 12.4, *c*):

$$E^P_{PH} = \frac{B(\gamma_1 \sin\alpha + \gamma_2 \sin\sigma)}{2};$$

— perpendiculare pe suprafaţa luminată (fig. 12.4, *d*):

$$E_{PH}^{N}=\frac{B(\alpha-\gamma\cos\sigma)}{2},$$

unde: E este iluminarea de calculat, în lx, în plan orizontal H, vertical V sau normal N faţă de raza incidentă, în punctele A_0, A_1, A_2 şi P;

I_0, I_N — intensitatea luminoasă, în cd, pe direcţia sursă — suprafaţa luminată, care face unghiul θ cu verticala sursei, respectiv pe direcţia N normală pe izvor; se determină din curbele fotometrice ale corpului de iluminat ales (v. fig. 5.4,5.5, 12.4);

B — strălucirea medie a izvorului de lumină, în cd/m²; pentru cazul nostru,

$$B=\Phi_e/S;$$

Φ_e — fluxul luminos total al izvorului de lumină, în lm;

S_e — suprafaţa plană de emisie a izvorului, în m².

Celelalte notaţii se deduc din figurile explicative, unde unghiurile se măsoară în radiani şi se pot determina după calcularea prealabilă a tangentelor lor, din tabelul de mai jos:

tg θ	θ, rad	sin θ	sin² θ	cos θ	cos² θ	cos³ θ	cos² θ · sin θ
1	2	3	4	5	6	7	8
0,00	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	0,000
0,05	0,500	0,050	0,025	0,999	0,9975	0,996	0,050
0,10	0,100	0,100	0,010	0,995	0,990	0,985	0,099
0,15	0,149	0,148	0,022	0,989	0,978	0,967	0,145
0,20	0,197	0,196	0,039	0,981	0,961	0,943	0,189
0,25	0,245	0,243	0,059	0,970	0,941	0,913	0,228
0,30	0,219	0,297	0,083	0,958	0,917	0,879	0,264
0,35	0,337	0,330	0,109	0,994	0,981	0,841	0,294
0,40	0,380	0,371	0,138	0,928	0,862	0,800	0,320
0,45	0,432	0,410	0,160	0,912	0,832	0,758	0,341
0,50	0,464	0,447	0,200	0,894	0,800	0,716	0,358
0,60	0,540	0,515	0,265	0,857	0,735	0,630	0,378
0,70	0,611	0,574	0,329	0,819	0,671	0,550	0,385
0,80	0,675	0,625	0,389	0,781	0,610	0,476	0,391

1	2	3	4	5	6	7	8
0,90	0,733	0,669	0,447	0,743	0,553	0,411	0,371
1,00	0,785	0,707	0,500	0,707	0,500	0,354	0,354
1,10	0,833	0,740	0,578	0,673	0,452	0,304	0,335
1,20	0,876	0,768	0,590	0,604	0,410	0,262	0,315
1,30	0,905	0,793	0,628	0,610	0,372	0,227	0,295
1,40	0,951	0,814	0,662	0,581	0,338	0,196	0,275
1,50	0,983	0,832	0,692	0,555	0,308	0,171	0,256
1,60	1,012	0,848	0,719	0,530	0,281	0,149	0,238
1,80	1,064	0,874	0,764	0,486	0,236	0,114	0,206
2,00	1,107	0,894	0,800	0,447	0,200	0,0895	0,179
2,20	1,144	0,910	0,829	0,414	0,171	0,0709	0,156
2,40	1,176	0,932	0,852	0,385	0,148	0,0569	0,137
2,60	1,204	0,833	0,871	0,359	0 128	0,0462	0,120
2,80	1,288	0,942	0,887	0,336	0,113	0,0380	0,106
3,00	1,249	0,949	0,900	0,316	0,100	0,0316	0,095
43,50	1,292	0,962	0,924	0,275	0,076	0,0208	0,073
4,00	1,326	0,970	0,941	0,242	0,059	0,0143	0,057
5,50	1,352	0,976	0,953	0,317	0,047	0,0102	0,064
5,00	1,373	0,981	0,861	0,196	0,039	0,0076	0,038
6,50	1,391	0,984	0,968	0,179	0,032	0,0057	0,031
6,00	1,406	0,986	0,973	0,164	0,027	0,0045	0,027
7,50	1,418	0,988	0,977	0,152	0,023	0,0035	0,023
7,00	1,429	0,990	0,980	0,141	0,020	0,0028	0,020
8,50	1,438	0,991	0,983	0,132	0,017	0,0023	0,017
8,00	1,447	0,992	0,985	0,124	0,015	0,0019	0,015
9,50	1,454	0,993	0,896	0,117	0,014	0,0016	0,014
9,00	1,460	0,994	0,988	0,110	0,012	0,0013	0,012
9,50	1,466	0,995	0,989	0,105	0,016	0,0012	0,011
10,00	1,471	0,995	0,990	0,100	0,010	0,0010	0,010

Exemplul de calcul 12.2. Verificarea condițiilor de uniformitate a iluminării din exemplul 12.1.

Cele 44 de corpuri de iluminat sînt dispuse în pătrat cu latura de 6 m, exceptînd pe cele din capetele halei care sînt dispuse pe axele intersec-diagonalelor pătratelor.

Se consideră punctul P_m de iluminare minimă, la care contribuie lămpile corpurilor de iluminat poziționate 1 ... 8. Se calculează aportul corpului de iluminat poziția 1:

$$\theta_1 = \text{arc tg } 3/7 = 22°56'; \text{ rezultă} \rightarrow \cos^3 22°56' = 0{,}776$$

$$I_{\theta_1} = 3 \cdot 250 \cdot 4600/1000 = 3450 \text{ lm} - \text{din curba fotometrică};$$

$$E_{P_m H_1} = 3450 \cdot 0{,}776/1{,}3 = 36{,}4 \text{ lx}.$$

Similar se calculează și contribuția celorlalte surse, sintetizînd rezultatul în tabelul de mai jos, la un loc cu cel al punctului P_M de iluminare maximă, la care contribuie corpurile de iluminat cu pozițiile 3 ... 11:

Sursa	l_c, m	h, m	tg θ	θ°	$\cos^3\theta$	I_θ, lm	E_{PH}, lx
1	3,00	7	0,429	22°56′	0,776	3450	36,4
2	6,71	7	0,959	43°30′	0,377	2484	12,7
3,4	4,24	7	0,606	30°58′	0,630	2760	47,3
5, 6, 7	9,49	7	1,356	53°33′	0,212	2070	17,9
8	12,73	7	1,799	61°00′	0,114	1725	2,6
Total în P_{mH}							116,9
3, 5, 9, 11	8,49	7	0,212	47°44′	0,304	2484	41,1
4, 6, 8, 10	6,00	7	0,857	40°00′	0,446	2760	67,0
7	0,00	7	0,000	0°00′	1,000	3795	51,0
Total în P_{MH}							159,7

Uniformitatea iluminării (v. § 12.1.3. nota 4):
$E_m/E_{med} = 116{,}9/152{,}6 = 0{,}766 > 0{,}65$ admis,
$E_{med}/E_M = 152{,}6/159{,}7 = 0{,}956 > 0{,}65$ admis.

12.2.3. *Metoda puterii specifice*

Se folosește în calcule aproximative pentru instalațiile interioare în faza de proiectare de notă de comandă (NC) sau proiect de execuție (PE). Puterea electrică necesară pentru iluminat:

$$P = \frac{10SE\Delta}{E_s} \text{ sau } P = \frac{40pSE\Delta}{s\Phi_1}, \qquad (12.6)$$

prima relație fiind pentru iluminat incandescent, iar a doua pentru iluminat fluorescent; în aceste relații:

S, E, Δ sînt specificate în § 12.2.1;
E_s — iluminarea specifică, în lx/W; valori funcție de p:

p, W	127 V			220 V		
	Direct	Mixt	Indirect	Direct	Mixt	Indirect
1	2	3	4	5	6	7
40	26,0	22,5	16,5	23,0	19,5	14,5
60	29,0	25,0	18,5	27,0	21,0	15,0
100	35,0	30,0	22,0	27,0	23,0	17,0

1	2	3	4	5	6	7
150	39,5	34,0	24,5	31,0	26,5	19,5
200	41,5	36,5	26,0	34,0	29,5	21,5
300	44,0	38,0	27,5	37,0	32,0	23,5
500	48,0	41,0	30,0	41,0	35,0	25,5
750	50,0	42,5	31,5	44,5	38,0	28,0
1000	52,0	44,0	32,5	47,0	40,0	29,5

Φ_1 — fluxul luminos total al sursei, în lm;
s — suprafața spcifică ce revine unui corp de iluminat convențional, în m²; valori:

Corp de iluminat echipat cu:	Pentru dimensiunile și culoarea încăperilor (D-deschis; M-medie)					
	$l/H=4$		$l/H=2\div4$		$l/H=2$	
	D	M	D	M	D	M
reflector emailat	22	20	18	17	16	15
abajur oglindă	19	17	16	14	13	12
sticlă difuzantă	14	11	11	9	9	7

Numărul necesar de corpuri de iluminat (cu aceleași notații):

$$N = P/p \qquad (12.7)$$

Exemplul de calcul 12.3. Pentru exemplul **12.1**:

$$N = \frac{40 \cdot 42 \cdot 36 \cdot 150 \cdot 1{,}3}{20 \cdot 3 \cdot 4600} = 42{,}84 \text{ buc.}$$

Rezultatul este comparabil cu cel găsit prin metoda § 12.2.1.

12.3. Dimensionarea circuitelor și coloanelor instalațiilor de iluminat

12.3.1. *Dimensionarea circuitelor instalațiilor de iluminat și de prize pentru aparate electrice de uz casnic și similare*

Condiții de dimensionare. Circuitele de iluminat, separate de cele de prize; excepții: instalațiile mononul din apartamentele cu $P_i \leqslant 1{,}3$ kW (fază-lămpi, fază-prize, nul comun, toate în același tub) sau circuitele comune pentru lămpi

și prize admise pentru clădirile secundare izolate sau destinate cazării gen cămin-internat (fază și nul în același tub pentru lămpi și prize).

Încărcarea maximă a unui circuit:

— Pentru iluminat: în locuințe, 12 corpuri iluminat în apartamente și 15 în spații comune (holuri, scări etc.) însumînd maximum 1 kW; în rest 30 de corpuri iluminat pe fază, însumînd pe circuit maximum 3 kW în monofazat și 8 kW în trifazat;

— Pentru prize simple sau duble de utilizare generală: în locuințe 8 (cel puțin una pentru fiecare încăpere de locuit și după necesități în dependințe), iar în rest 15, în ambele cazuri însumînd o putere totală de 2 kW — 220 V sau 1 kW — 120 V; prizele pentru frigider, mașină spălat, fier călcat etc. vor fi cu contact de protecție legat la nulul de protecție al instalației;

— Pentru aparate de puteri peste 2(1) kW sau neprevăzute prin construcție cu cordon de alimentare se vor prevedea pentru fiecare circuite separate, mono sau trifazate de putere corespunzătoare;

— Pentru prize de tensiune redusă: circuit separat de putere corespunzătoare transformatorului de tensiune redusă.

În fig. 12.4 se arată planul și schema unei instalații electrice de iluminat pentru o hală industrială, iar în fig. 12.6, pentru un apartament.

Curentul de calcul pentru fiecare circuit:

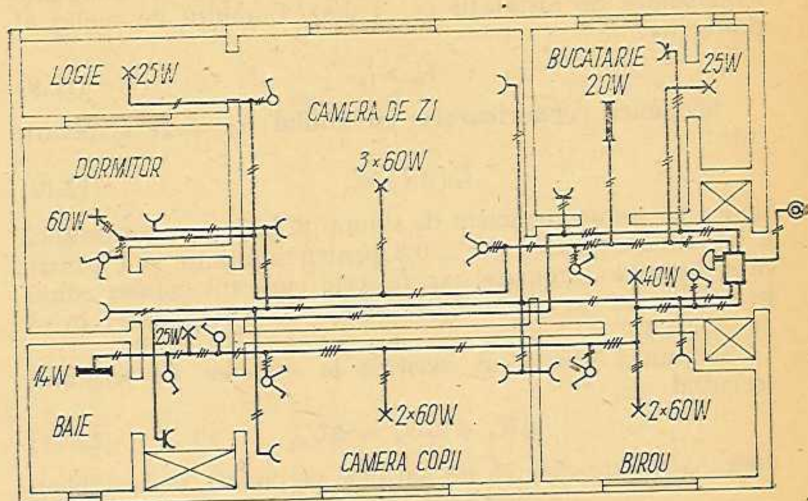
$$I_c = \frac{P \cdot 10^3}{k_f \, U \cos \varphi}, \qquad (12.8)$$

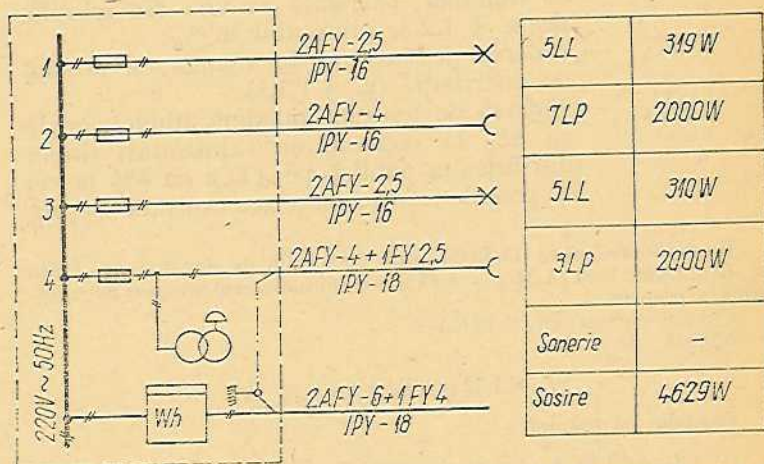
unde: P este puterea totală a circuitului conform precizărilor de mai sus, în kW;

k_f — factorul de fază egal cu 1 în monofazat și 1,73 în trifazat;

U — tensiunea de fază în monofazat sau cea de linie în trifazat, în V;

$\cos \varphi$ — factorul de putere al sarcinii egal cu: 1 pentru circuitele de lumină sau de prize de utilizare generală; conform caracteristicilor receptoarelor racordate, pentru prizele cu destinație specială sau racordurile directe la receptoare fără cordon.





5LL	319 W
7LP	2000 W
5LL	310 W
3LP	2000 W
Sonerie	–
Sosire	4629 W

Fig. 12.6. Planul și schema instalației electrice de iluminat și prize ale unui apartament.

Protecția electrică a circuitelor: prin siguranțe fuzibile, preferabil cu acțiune lentă, sau prin întreruptoare automate monopolare de instalații (v. § 3.4). Curentul de reglaj al protecției:

$$I_{pr} \geqslant I_c. \qquad (12.9)$$

Secțiunea conductoarelor circuitului: se alege s_c pentru care:

$$I_{ad} \geqslant I_{pr}/k_s, \qquad (12.10)$$

unde: k_s este un coeficient de siguranță la încărcarea termică a circuitului egal cu 0,6 ... 0,8 pentru siguranțe și 1 pentru întreruptoare automate, iar I_{ad} este curentul maxim admis în conductor în regim permanent de funcționare, în A (v. § 2.1.3).

Secțiunea aleasă se verifică la căderea de tensiune, trebuind ca:

$$\Delta U_c + \Delta U_a = \Delta U_L, \qquad (12.11)$$

unde: ΔU_c este căderea de tensiune pe circuit, de la tabloul de distribuție pînă la cel mai depărtat corp de iluminat, calculată cu una din relațiile de la § 1.2.3, preferabil în %;

ΔU_a — căderea de tensiune în amonte de tabloul de distribuție (v. § 1.3.3);

ΔU_L — căderea de tensiune maximă admisă, egală cu 3% la consumatorii alimentați direct din rețeaua publică pe JT și cu 8% la cei cu post de transformare sau centrală proprii.

Exemplul de calcul 12.4. Calculul circuitului de iluminat nr. 1 din fig. 12.4. ținînd cont că ΔU_a = 1,45%, iar consumatorul are post de transformare propriu.

Circuit trifazat cu 3 FIRA-3.

65/fază, deci:

$$I_c = 3 \cdot 221/(220 \cdot 0{,}8) = 3{,}76 \text{ A}.$$

Fuzibilul siguranței:

$$I_{pr} = 3{,}76 \text{ A} - \text{se alege mărimea normată } I_{pr} = 6 \text{ A}.$$

Secțiunea conductorului: se alege conductor AFY — 2,5 mm²:

$$I_{ad} = 15 \text{ A} > 6/0{,}8 = 7{,}5 \text{ A}.$$

Căderea de tensiune pe circuit: conform fig. 12.7 dedusă din fig. 12.4, pentru circuitul *1*, cazul cel mai defavorabil este pentru faza *T*, pentru care

$$\Delta U_c = \frac{2 \cdot 221 \cdot 100}{35 \cdot 2{,}5 \cdot 220^2}(12 \cdot 3 + 12 \cdot 2 + 18) = 0{,}81\%,$$

$$\Delta U_L = \Delta U_a + \Delta U_c = 1{,}45 + 0{,}81 = 2{,}26 < 8\% \text{ admis.}$$

Rezultă că $s_c = 2{,}5\ \text{mm}^2$ (care este și secțiunea minimă admisă în instalații pentru astfel de conductoare conform § 16.1.2) satisface.

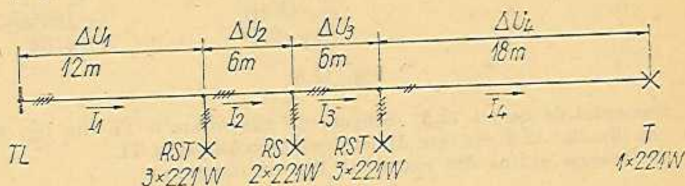


Fig. 12.7

12.3.2. *Dimensionarea coloanelor pentru racordarea tablourilor de distribuție ale instalațiilor de iluminat*

Curentul de calcul se determină conform § 9.4.4 inclusiv nota sau, mai exact, cu relația:

$$I_c = \frac{k_s P \cdot 10^3}{k_f U \cos \varphi}, \qquad (12.12)$$

unde: k_s este un coeficient de simultaneitate cu valorile:
1 — hale industriale și iluminat exterior;
0,8 ... 0,9 — clădiri tehnico-administrative sau pentru public; conform §§ 9.4.3 și 9.4.4 în clădirile de locuit;
rest — v. relația (12.8).

Protecția electrică și secțiunea conductoarelor coloanei se aleg ca și în cazul circuitului cu precizarea că pentru ΔU_a, în cazul în care racordul tabloului de distribuție pentru iluminat (TL) nu se face direct la rețeaua publică (TG) sau la tabloul general de distribuție al postului trafo propriu consumatorului (TGD), valoarea sa va fi dată de suma

căderilor succesive de tensiune dintre TG sau TGD și TL. Se recomandă valoarea $\Delta U_a = 0{,}7\Delta U_L$, admițîndu-se maximum $0{,}3\Delta U_L$ pe circuit.

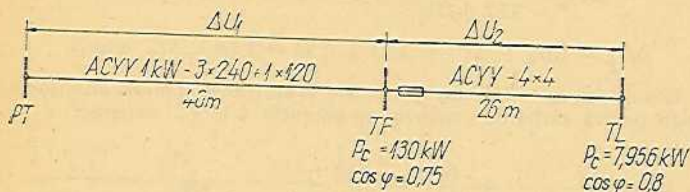


Fig. 12.8

Exemplul de calcul 12.5. Schema de alimentare a TL din fig. 12.4 este cea din fig. 12.8. Se cere dimensionarea coloanei la TL.

În aceeași ordine din exemplul 12.4 se determină:

$$I_c = \frac{1 \cdot 7956}{1{,}73 \cdot 380 \cdot 0{,}8} = 15{,}13 \text{ A},$$

$$I_{pr} = 15 \text{ A} - \text{se alege fuzibil cu } I_{pr} = 16 \text{ A}.$$

Secțiunea minimă admisă pentru coloană (v. § 16.1.2) este 4 mm² la conductoarele de aluminiu; se alege deci cablu ACYY 1 kV – 4×4 mm².

$$I_{ad} = 30 > 16/0{,}8 = 20 \text{ A};$$

$$\Delta U_1 = \frac{40 \cdot 130 \cdot 10^3 . 100}{35 \cdot 240 \cdot 380^2} = 0{,}43\%; \quad \Delta U_2 = \frac{26 \cdot 7956 \cdot 100}{35 \cdot 4 \cdot 380^2} = 1{,}02\%;$$

$$\Delta U_a = 0{,}43 + 1{,}02 = 1{,}45\% < 5{,}6\% \text{ recomandat.}$$

12.4. Montarea aparatelor instalațiilor de iluminat

12.4.1. *Condiții generale de montare*

Corpurile de iluminat:

• Se vor amplasa la înălțimi care să evite fenomenul de orbire (v. § 12.1.5) și la distanțe între ele care să asigure uniformitatea iluminatului (v. § 12.1.3 — nota 4 și § 12.4.2);

• Racordarea lor se face numai între fază și nul (interzis între două faze): conductorul de fază se leagă la borna piesei de contact din fundul duliei, iar conductorul de nul de lucru

la borna părţii filetate a duliei; în reţelele de iluminat trifazate se va urmări uniformitatea încărcării fazelor;

• Cînd se cere (v. § 12.3.1), conductorul de protecţie contra electrocutării se leagă între borna de protecţie de pe aparat şi instalaţia de protecţie (la nul sau la pămînt); corpurile de iluminat portative vor avea glob de sticlă cu grătar de protecţie;

• Elementele de suspendare a corpurilor de iluminat (cîrlige, dibluri etc.) vor fi dimensionate la 5 ori greutatea suspendată, dar nu mai puţin de 10 kg;

• Deasupra lavoarelor (în încăperi U_1 şi U_2), se admite montarea corpurilor de iluminat cu carcasă electroizolantă IP21 la minimum 1,8 m înălţime.

Întreruptoarele şi comutatoarele pentru comanda iluminatului:

• Se vor monta numai pe conductorul de fază;

• Pentru lămpi cu descărcări, vor fi de minimum 10 A;

• În încăperile numai cu lavoare şi grupuri sanitare şi în bucătării se admite montarea întreruptoarelor respectînd distanţa minimă cerută faţă de elementele metalice puse la pămînt.

Prizele:

• Se montează normal pe elemente de construcţie verticale, respectînd distanţele minime din § 12.4.3; admis şi în pardoseală, dacă aparatele sînt IP54 rezistente la lovire sau în cutii speciale cu aceste caracteristici;

• Se montează astfel ca deconectat, să fie sub tensiune priza, nu fişa;

• Pentru aceeaşi încăpere şi în scopuri diferite, vor avea culori sau forme proprii fiecărei tensiuni, intensităţi sau destinaţii;

• Pentru curenţi şi tensiuni peste 6 A la 220 V, vor fi prevăzute cu întreruptoare fie înaintea prizei, fie pe carcasa receptorului mobil; introducerea şi scoaterea fişei se fac cu întreruptorul întrerupt;

• Atenţie deosebită:
— în încăperi PC, prize cu contact de protecţie şi IP54;
— în bucătării, prize cu contact de protecţie;

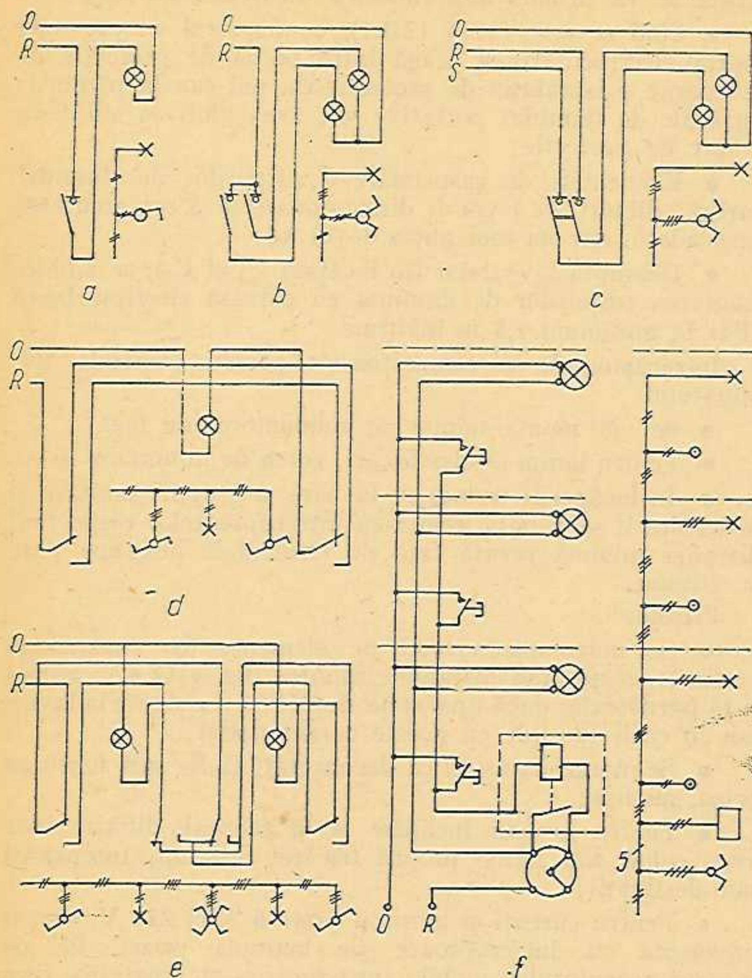


Fig. 12.9. Scheme de conectare a întreruptoarelor și comutatoarelor circuitelor de iluminat.

a — întreruptor monopolar; *b* — comutator; *c* — întreruptor bipolar; *d* — comutator scară; *e* — idem, plus cruce; *f* — întreruptor automat de scară.

— în încăperi cu lavoare și grupuri sanitare (fără dușuri) sau în băi și spălătorii familiale se admit, pentru ras, prize speciale cu transformator de separație înglobat.

Pentru toate aparatele de conectare electrice de perete:

- Interzisă montarea lor în încăperi de dușuri individuale sau colective și în băi și spălătorii colective;
- Cînd se montează unele sub altele (separate sau complete) ordinea de sus în jos: întreruptor, buton sonerie, priză curenți tari, priză Tc.

Scheme de conectare a aparatelor instalațiilor de iluminat se dau în fig. 12.9.

12.4.2. *Distanțe de montaj ale corpurilor de iluminat*

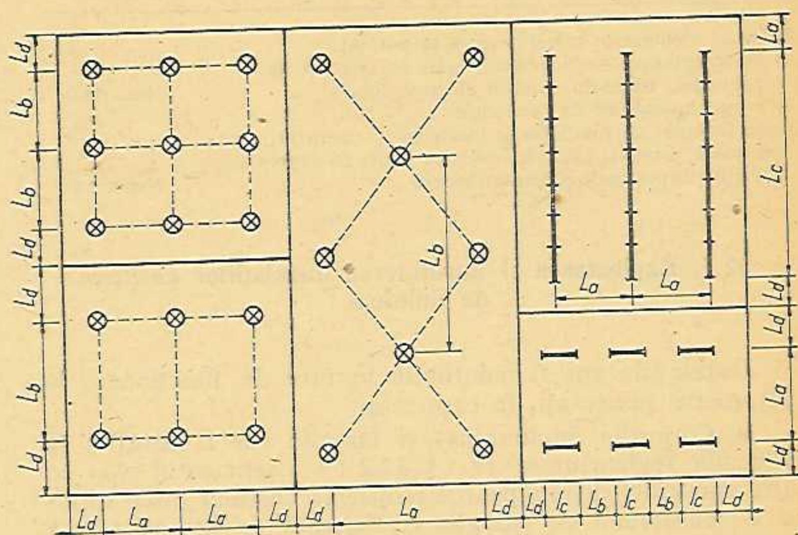
Iluminat exterior		Flux concentrat	Flux semiconcentrat	Flux larg
Înălțimea h de montaj, în m, pentru fluxul Φ_l, în lm:	$5 \cdot 10^3$	6,0	6,0	7,5
	$(5 \div 10)10^3$	6,0	7,5	9,0
	$(10 \div 15)10^3$	7,5	9,0	10,5
	$15 \cdot 10^3$	9,0	10,5	12,0
Raportul d/h (distanța dintre stîlpi și înălțimea de montaj)		3,2	4,0	6,0

Iluminat interior	Precizări
1	2
Înălțimea de montaj h	v. § 12.1.2. și fig. 12.2
Relații între h și distanța dintre corpurile de iluminat:	v. fig. 12.10, $a \div d$
— cu repartiție directă sau semidirectă:	
• incandescente, cu aparat defazant	$L_a = 0{,}7\ h$
• idem, fără sau fluorescente	$L_a = (1 \div 1{,}5)h$; $L_b \leqslant 2h/3$
— cu repartiție mixtă	$L_a = (1 \div 1{,}5)h$; $i \leqslant L_a/2$
— cu repartiție indirectă:	
• suspendate, cu reflector normal	$L_a = (1{,}5 \div 2)h$; $i = (1/5 \div 1/3)\ L_a$
• suspendate, cu reflector oglindat	$L_a = (1{,}5 \div 2)h$; $i = (1/8 \div 1/5)\ L_a$

1	2
• în scafe cu lămpi incandescente normale	$i \geq b/3$
• în scafe cu lămpi incandescente cu oglindă	$i \geq b/6$
• în scafe cu lămpi fluorescente tubulare	$i = b/8 \div b/6$
Relații între dimensiunile de montaj în plan:	v. fig. 12.10, *e, f*.
— surse punctiforme dispuse în vîrfurile unui pătrat, dreptunghi sau romb	$L_b = (1 \div 1{,}73)\ L_a$
— surse lineare în șir întrerupt	$L_b \geq l_c$; v. și mai sus.
— distanța față de pereți, cînd:	
• se lucrează în zona respectivă	$L_d = (0{,}25 \div 0{,}3)\ L_{a(b)}$
• nu se lucrează în zona respectivă	$L_d = (0{,}40 \div 0{,}5)\ L_{a(b)}$
Distanța față de elementele de construcție din materiale combustibile:	*P*, W: 100 / 300 / 500; *d*, m: 0,5 / 0,8 / 1

12.4.3. *Distanțe de montaj ale aparatelor de conectare ale instalațiilor de iluminat*

Specificația aparatajului și locului de montaj	d_{min}, m
1	2
Față de pardoseala încăperii:	
— întreruptoare, comutatoare de perete:	
• rotative sau cu buton	1,5
• tip cumpănă	0,6 ÷ 1
— butoane de sonerie:	
• în mediu uscat	1,5
• în băi și dușuri, prin șnur izolant, la maximum 8 V	2,2
— prize:	
• în încăperile pentru copii din creșe, grădinițe, cămine, spitale etc.	1,5
• în clase școlare	2,0
• în alte încăperi uscate	0,1
• în încăperi umede, cînd este permis (v. § 12.4.1.)	1,2



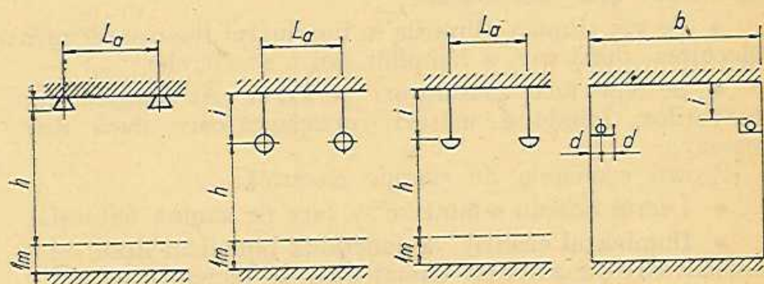


Fig. 12.10. Distanțe de montaj ale corpurilor de iluminat:

a — la amplasarea în plan orizontal: în pătrat, în dreptunghi, în romb, în șir discontinuu; la amplasarea în plan vertical în cazul iluminatului: *b* — direct sau semidirect; *c* — mixt *d* — indirect sau semidirect; *e* — în scafe.

1	2
Față de elementele metalice puse la pămînt:	
— întreruptoare, comutatoare, prize cu contact de protecție, toate cu carcasă electroizolantă	Nenormat
— restul aparatelor de conectare	0,8
— în încăperi de prodicție și lucru (grup operator, laboratoare, frizerii, bucătării publice etc.), cu luarea măsurilor de protecție corespunzătoare	Nenormat

12.5. Exploatarea și întreținerea instalațiilor electrice de iluminat

Instalațiile vor fi menținute în stare de funcționare la parametrii proiectați, în care scop:

• Corpurile de iluminat și lămpile vor fi curățite la perioade reglementare (v. § 12.2.1 — coeficientul Δ), cu atît mai mult cu cît, pentru reducerea costului instalațiilor și a consumului de energie, coeficientul de depreciere s-a micșorat în calcule față de vechile valori, scurtîndu-se în schimb perioadele de curățire; lămpile cu durată de funcționare expirată (v. § 5.1) se vor schimba cu altele noi, chiar dacă mai funcționează;

• Se vor elimina pîlpîirile în iluminatul fluorescent prin înlocuirea, după caz, a lămpilor sau a starterelor;

• Se vor face măsurători periodice ale iluminărilor încăperilor, luîndu-se măsuri corespunzătoare dacă este necesar;

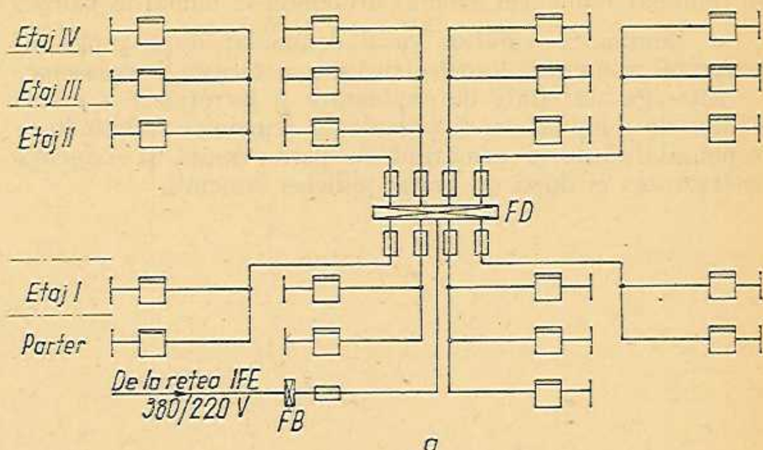
Pentru economia de energie electrică:

• Lucrul într-un schimb se va face pe lumină naturală;

• Iluminatul electric va funcționa numai în lipsa celui natural corespunzător și numai cînd se lucrează;

• Pentru curățenie se va utiliza iluminatul natural sau, dacă nu este posibil, un iluminat redus și numai unde se lucrează;

• După program, în timpul nopții, va rămîne în funcțiune numai iluminatul de pază sau, la hoteluri, cel de sigu-



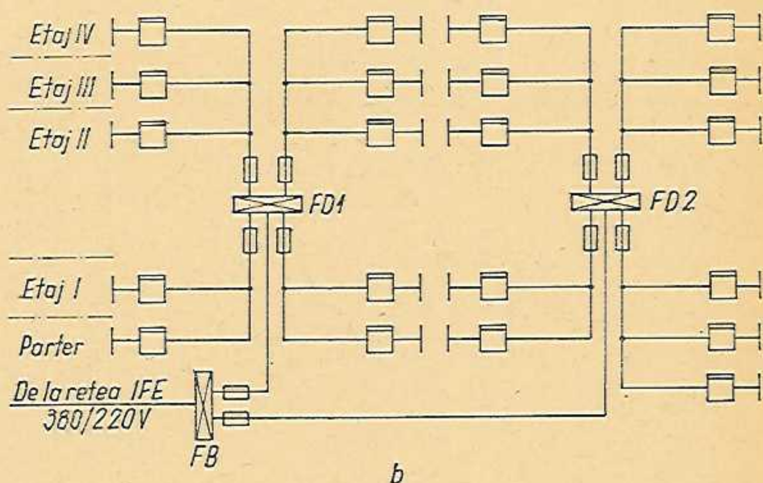


Fig. 12.11. Scheme de racord ale tablourilor de distribuție din blocurile de locuințe:

a — bloc P+4 cu o scară; *b* — idem, cu 2 scări; *FB, FD* — firidă de branșament, distribuții (pentru mai multe niveluri, schema se extinde prin amplasarea *FD* din 4 în 4 niveluri astfel ca o firidă să servească două niveluri deasupra și două dedesubtul ei).

ranță; în holurile și foaierele teatrelor, cinematografelor, caselor de cultură etc., în timpul spectacolelor va funcționa un iluminat redus, cel general utilizîndu-se numai în pauze;

• Iluminatul exterior va fi comandat după program, preferabil prin celulă fotoelectrică sau mecanism de ceasornic.

Întreaga activitate de exploatare și întreținere a instalațiilor de iluminat va fi organizată temeinic, stabilindu-se responsabilitățile și urmărind cu perseverență și exigență desfășurarea ei după un grafic judicios întocmit.

13. INSTALAŢII DE CONDENSATOARE STATICE PENTRU ÎMBUNĂTĂŢIREA FACTORULUI DE PUTERE

13.1. Organizarea instalaţiei:

Destinaţie: compensarea energiei electrice reactive consumate de receptoarele inductive, pentru obţinerea unui $\cos \varphi > 0,92$ (de la care consumatorul nu mai este penalizat).

Compunere: 1) stelajele cu condensatoare; 2) tabloul electric cu aparatele de conectare, protecţie, măsură, semnalizare şi descărcare; 3) legăturile circuitelor primare şi secundare. Pentru stelaje şi tablouri se preferă prefabricatele (v. § 6.2).

Organizare, montaj:

— centralizat, pentru grupe de receptoare, conectînd condensatoarele pe trepte (preferabil automat) la bornele tablourilor generale de distribuţie sau ale celor principale importante, funcţie de necesarul de compensare (uşurinţă în exploatare, investiţii reduse, dar nu descarcă reţeaua din aval de transportul energiei compensate);

— pe receptoare inductive de puteri mari cu funcţionare îndelungată sau la lămpi fluorescente, conectînd permanent bateria (cu o singură treaptă) la bornele receptorului (exploatare greoaie, investiţie mai mare, dar compensare totală).

Modul de organizare şi puterea optimă se definitivează prin calcul tehnico-economic conform instrucţiunilor MEE în vigoare.

Puterea bateriei de condensatoare, în kvar:

• Centralizate (cînd se racordează la barele tablourilor de distribuție — fig. 13.2, *d*, *e*):

$$Q_b = P_c(\text{tg}\ \varphi_1 - \text{tg}\ \varphi_2) = \Sigma Q_{bi}, \qquad (13.1)$$

unde: P_c este puterea activă cerută maximă față de care se face compensarea, calculată conform § 9.4.1, în kW; $\text{tg}\ \varphi_1$, $\text{tg}\ \varphi_2$ — tangenta corespunzătoare factorului de putere, respectiv îmbunătățit natural (v. § 1.2.4); Q_{bi} — puterea pe trepte a bateriei, în kvar ($i = 0, 1, 2 \ldots n$; pentru $i = 0$, v. mai jos);

• Pentru un singur receptor (baterie fixă — fig. 13.2, *f*):

$$Q_b = P_a\ \text{tg}\ \varphi_n, \qquad (13.2)$$

unde $\text{tg}\ \varphi_n$ este tangenta corespunzătoare factorului de putere nominal al receptorului dat (v. § 1.2.4);

• În ambele cazuri calculul poate fi înlocuit prin utilizarea convenabilă a diagramei din fig. 13.1.

Q_b determinat se rotunjește la valoarea cea mai apropiată de puterea bateriilor tipizate sau de puterea însumată a numărului de condensatoare necesar, însă nu mai mare decît valoarea $P_c\ \text{tg}\ \varphi_2$, respectiv $P_n\ \text{tg}\ \varphi_n$.

Puterea treptelor bateriei centralizate, în kvar (pentru posibilitatea comutării numărului de condensatoare necesar compensării energiei reactive):

• Treapta de mers în gol ($i = 0$), numai la bateriile conectate la barele tablourilor generale de distribuție din posturile de transformare, pentru compensarea puterii reactive a transformatoarelor inclusiv la mersul în gol (este cuplată permanent direct la bornele transformatorului):

$$Q_{b0} = 9{,}9\ k_0 S_T \cdot 10^{-3}, \qquad (13.3)$$

unde: $k_0 = 100\ I_0/_nI$ este curentul de mers în gol, în %; S_T — puterea nominală a transformatorului, în kVA;

• Numărul și puterea treptelor următoare ($i = 1, 2, 3 \ldots n$) se aleg astfel ca să se poată obține combinații de comutație

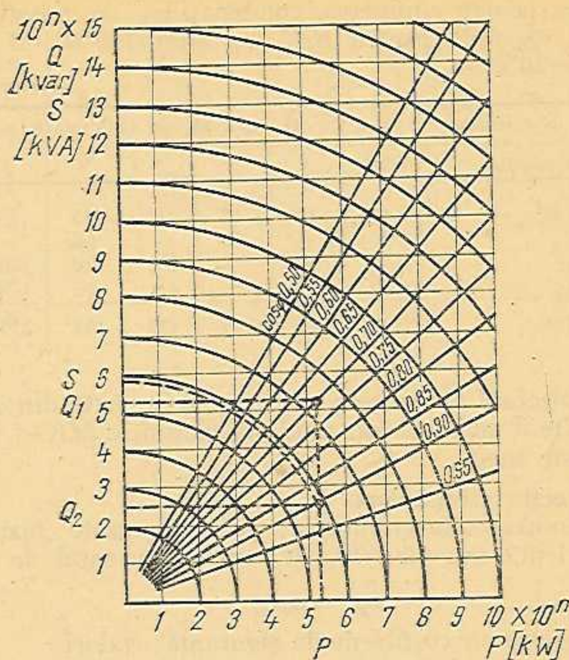


Fig. 13.1. Diagramă pentru determinarea puterii reactive de compensat ($Q_b = Q_1 - Q_2$).

în număr şi pe game de putere convenabile unui reglaj cît mai strîns şi în limita caracteristicilor aparatelor, gabaritului echipamentelor şi manevrelor operative posibile; astfel:

• Pentru comanda manuală a comutării treptelor $i = 1 \ldots 3$ pe cît posibil, preferabil:

$$Q_{b1} = k_j Q_{b0}, \quad Q_{b2} = k_j Q_{b1}, \quad Q_{b3} = k_j Q_{b2}, \qquad (13.4)$$

unde j se alege prin încercări astfel ca în final:

$$\Sigma Q_{bi} = Q_b;$$

• Pentru comanda automată, cu cît curba consumului este mai variabilă cu atît i va fi mai mare, iar Q_{bi} de puteri

inegale, pentru obținerea combinațiilor de puteri convenabile; exemplu pentru *BACDm 380/0-300-3s* — 1 × 60 + + 2 × 120 kvar:

Specificație		Q, în kvar, pe combinații posibile					
Treapta	kvar	1	2	3	4	5	6
Q_{b0} – fixă	15	15	15	15	15	15	15
Q_{b1}	60	–	60	–	60	–	60
Q_{b2}	120	–	–	120	120	120	120
Q_{b3}	120	–	–	–	–	120	120
Total	315	15	75	135	195	255	315

(Q_{b0}, conectată la bornele trafo, nu face parte din *BACDm* dar poate fi montată într-unul din modulele *MK* — v. § 8.3, dacă este loc).

Protecția circuitelor:

• Contra scurtcircuitelor, prin siguranțe fuzibile cu ardere lentă sau cu relee de curent; curentul de pornire

$$I_{pr} = k_s I_c, \tag{13.3}$$

unde: k_s este un coeficient de siguranță; valori:

- pentru siguranțe fuzibile: pe baterie — 1,8; pe trepte — 1,6;
- pentru relee maximale de curent — 1,2;

I_c — curentul de calcul al bateriei sau treptei, în A;

• Unde este cazul, contra: creșterii tensiunii (cu peste 10%), supracurenților (peste 1,2 I_c) și supratensiunilor atmosferice (în cazul conectării la LEA).

Rezistențele de descărcare ale bateriei sau treptelor, după deconectarea de la rețea, trebuie să asigure la borne o tensiune nepericuloasă 42 V) în mai puțin de 1 min la JT sau 5 min la MT; valoarea

$$R = 5 \cdot 10^3 U_n^2 / Q_b. \tag{13.4}$$

Bateriile pe receptoare sau treapta de mers în gol a bateriilor centralizate, legate direct la bornele receptorului, respectiv transformatorului se descarcă direct pe înfășurările acestora.

Secțiunea conductoarelor de legare în paralel a condensatoarelor în cadrul bateriei (obișnuit bare) și de legare a bateriilor la instalația de compensat (obișnuit cabluri) se dimensionează la încărcarea admisibilă și se verifică la curentul de protecție cu relația (11.42).

Exemplul de calcul 13.1. Instalația de compensare a postului trafo dimensionat în exemplul **10.1**, știind că schema TGD este cea din fig. **10.3**.

Puterea reactivă de compensat se împarte în două baterii identice, fiecare avînd aproximativ puterea:

$$Q_b \approx 580/2 = 290 \quad \text{kvar};$$

$$Q_{b0} = 9{,}9 \cdot 2{,}4 \cdot 630 \cdot 10^{-3} = 15 \quad \text{kvar}; \quad Q_{bi} \approx 290 - 15 = 275 \quad \text{kvar}.$$

Se alege *BACDm 380/0–300–3s* – 1 × 60 + 2 × 120 kvar cu tabelul de funcționare exemplificat mai sus; puterea totală compensată va fi de 2(15 + 300) = 630 kvar, iar în bilanțul postului trafo din exemplul **10.1** rîndurile 4 și 5 se modifică astfel:

4	Condensatoare		—	—	12	−630	2686	242
5	2755	0,368	0,96	0,28	1014	285	2686	2704

de unde rezultă o îmbunătățire a factorului de putere.

Racordurile la tabloul general de distribuție:

– treapta 0 (borne condensator – borne primare întreruptor TGD):

$$I_c = 15 \cdot 10^3/(1{,}73 \cdot 380) = 22{,}8 \text{ A} - \text{cablu ACYY 1 kV} - 3 \times 4;$$

$$I_f = 1{,}6 \cdot 22{,}8 = 36 \text{ A} - \text{Sist 160/NTO-36 A};$$

$$I_f/3 = 12 \text{ A} < I_{ad} = 27 \text{ A} > I_c = 22{,}8 \text{ A}.$$

– BACDm (modul MC – barele TGD prin întreruptorul tabloului):

$$I_c = 300 \cdot 10^3/(1{,}73 \cdot 380) = 456 \text{ A} - \text{cablu } 2 \times \text{ACYY 1 kV} - 3 \times 120;$$

$$I_{pr} = 1{,}8 \cdot 456 = 820 > 630 \text{ A} - \text{se alege USOL 630} - I_r = 500 \text{ A},$$

cu declanșator electromagnetic regulat la $I_{em} = 2 \cdot 500 = 1000$ A;

$$I_{em}/4{,}5 = 222 \text{ A} < I_{ad} = 2 \cdot 250 = 500 \text{ A} > I_c = 456 \text{ A}.$$

Schema electrică a bateriei este arătată în fig. 13.2, *d*.

Exemplul de calcul 13.2. Bateria de condensatoare necesară compensării energiei reactive consumate de motorul din exemplul **11.1** (v. și fig. 13.2, *f*),

$$Q_b = 90 \cdot 072 = 64{,}8 \text{ kvar}.$$

Se alege *3×CS-0,380-15-3 – 60* kvar cu care:

$$\text{tg}\, \varphi_2 = (64{,}8 - 60)/90 = 0{,}05 \rightarrow \cos \varphi_2 = 0{,}998.$$

13.3. Montarea și exploatarea instalațiilor

Montaj. Condensatoarele se montează pe stelaje cu 1, 2, 3 nivele, în mediu cu temperatura de —25 ... +35°C și maxim 80% umiditate relativă, fără praf, vapori și gaze nocive:

- În interior, în încăperi EE (separate, boxe trafo, camere conexiuni și distribuție cu ventilație corespunzătoare) sau în încăperi de producție, pe stelaje protejate contra atingerilor directe sau contra mediului, cît mai aproape de locul de conectare;
- În exterior, în dulapuri protejate la intemperii, cu ventilație asigurată;
- Sub condensatoarele cu ulei se practică colector de ulei.

Tablourile bateriei se amplasează lîngă instalația de conexiuni sau (distribuție la care se conectează sau lîngă stelajele cu condensatoare, funcție de posibilitățile de amplasare, supraveghere și manevră. La *BACDm*, lîngă stelaj, modulele *MC* se montează totdeauna în dreapta și la același nivel cu treapta (*MC1*) sau cele două trepte (*MC2*) comandate.

Distanțele de montaj sînt aceleași ca la tablourile de distribuție — v. fig. 13.2, *a—d*).

Exploatarea instalațiilor. Electricianul de serviciu:

- Va urmări zilnic temperatura încăperii, starea condensatoarelor, tensiunea la borne, factorul de putere realizat;
- Va verifica lunar siguranțele fuzibile și dispozitivele de descărcare;
- Va curăța trimestrial de praf, scame etc. cuvele condensatoarelor;
- Va deconecta imediat instalația la apariția zgomotelor și scînteilor la condensatoare;
- Va opri eventuale scurgeri de ulei prin lipire cu aliaj Lp60 sau prin schimbarea garniturilor de etanșarea izolatoarelor.

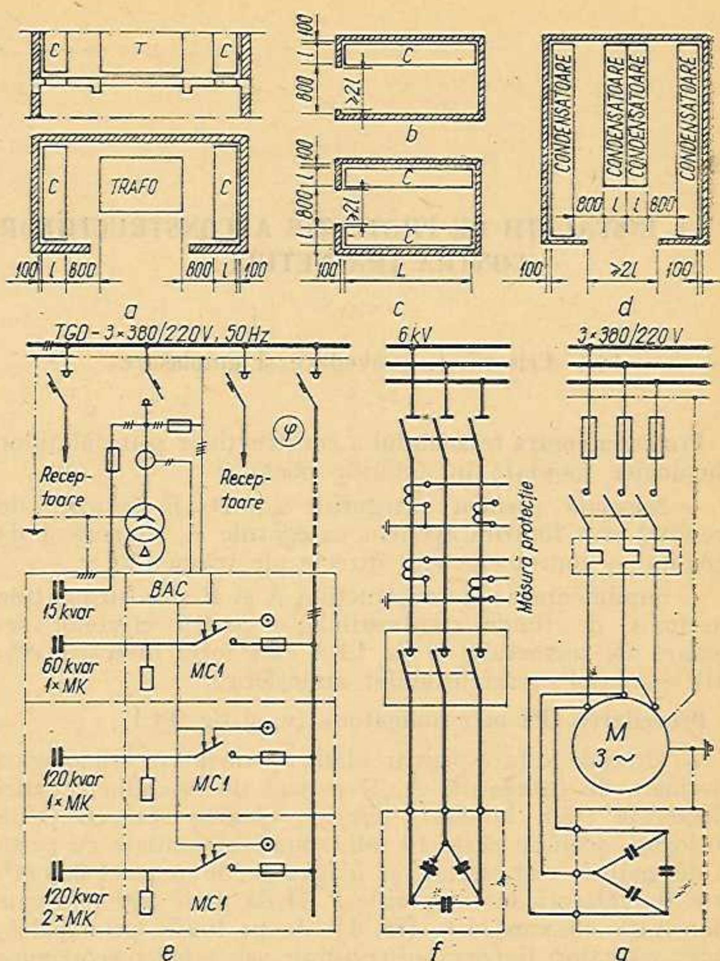


Fig. 13.2. Exemple de amplasare a condensatoarelor:

a — în boxe trafo; *b* — în încăpere separată, pe un rînd; *c* — idem, pe două rînduri; *d* — idem, pe trei rînduri; *e* — centralizat pe JT; *e* — idem, pe MT; *f* — la bornele receptorului.

14. INSTALAȚII DE PROTECȚIE A CONSTRUCȚIILOR CONTRA TRĂSNETULUI

14.1. Criterii de prevedere și amplasare

Protecția contra trăsnetului a construcțiilor și instalațiilor tehnologice montate în exterior poate fi:

— Normală (pentru categoriile C, D, E pericol de incendiu) sau întărită (pentru categoriile A, B pericol de incendiu) — contra efectelor directe ale trăsnetului;

— Suplimentară (la construcțiile A și B și la instalațiile exterioare de fluide combustibile) — contra efectelor secundare ale trăsnetului și (la LEA care intră direct în clădiri) — contra supratensiunilor atmosferice.

Prevederea IPT este obligatorie (v. și fig. 14.1):

• Oriunde în țară pentru: clădiri și instalații tehnologice exterioare de categoriile A, B pericol de incendiu; clădiri aglomerate (săli, hoteluri, biserici, cămine etc. cu peste 400 locuri, școli cu peste 10 săli, spitale și similare cu peste 75 de paturi, restaurante și magazine de peste 1 000 m^2, stații de călători de categoriile I, II de peste 300 persoane aglomerație maximă sau III, IV de pe liniile principale); clădiri cu valori importante culturale sau tehnico-economice (muzee, expoziții, monumente istorice, arhive, centrale electrice și de telecomunicații etc.); clădiri de locuit cu peste P + 11 niveluri, hoteluri și cămine mai înalte de 28 m; grajduri cu animale mari (peste 200 capete) sau mari și de rasă (indiferent de capacitate); clădiri mai înalte de 10 m și de două ori decît cele din jur;

Fig. 14.1. Harta keraunică a României.

• Unde $K \geqslant 30$ pentru: clădiri și instalații tehnologice exterioare de categoria C, cele de categoriile D, E izolate (nimic în jur pe o rază de 25 m); grajduri cu animale mari de 100 ... 200 capete; depozite deschise de bază cu materiale cu pericol de incendiu (P3-5);

• Mențiuni: spațiul cu destinația cea mai periculoasă dintr-o clădire, indiferent de nivel, impune prevederea IPT; dacă construcția de protejat este de categoria C, D, E și intră în zona de protecție a unei IPT vecine nu va fi prevăzută cu IPT.

Amplasarea IPT se poate face: pe construcție — normal; în interiorul construcției — excepțional, cu justificare (imposibilitate de montaj, aspect necorespunzător) și numai conductoarele de coborîre din clădirile de categoriile D, E — I, II, III; independent de construcție — numai pentru categoriile A, B justificat tehnico-economic, imposibil de executat altfel sau la obiectele speciale cu pericol mare de explozie (rezervoare de gaze și similare, construcții pirotehnice etc.)

14.2. Compunerea și execuția instalațiilor

14.2.1. *Instalații de protecție contra efectelor directe ale trăsnetului, montate pe construcție*

Conductoarele de captare. Se folosesc cu precădere elementele metalice ale construcțiilor și instalațiilor tehnologice exterioare dacă au asigurate dimensiunile minime ($s \geqslant 100$ mm², $g \geqslant 0,5$ mm — tablă) și continuitatea electrică (după caz, îmbinări prin sudare, lipire, nituire, fălțuire etc.) și anume:

• Construcțiile și instalațiile tehnologice exterioare supraterane cu structură complet metalică; precizări pentru:

— rezervoarele de lichide combustibile cu corp și capac metalic, supraterane și semiîngropate, dacă au: supape de respirație pentru presiuni și vid, dispozitive opritoare de flacără, grosimea tablei peste 5 mm, îmbinări sudate sau nituite, capacul legat electric la corpul rezervorului iar cînd este flotant și la pămînt, toate conductele rezervorului legate electric la acesta;

— conductele metalice pentru fluide combustibile, cu grosimea minimă de 5 mm, montate mai sus de 4 m de sol (vor fi legate însă la prize de pămînt proprii separate de maximum 20 Ω la intervale de 20 ... 25 m lungime conductă); mai jos de 4 m se iau numai măsuri de protecție contra efectelor secundare ale trăsnetului prin legarea la prize de pămînt de maximum 20 Ω la intervale de 200 ... 300 m lungime de conductă;

— coșurile și turnurile de răcire metalice împreună cu cablurile de ancorare care se vor lega la elemente metalice din pămînt (șine sau bare de ancorare etc.) fără a necesita altă priză;

• Clădirile C, D, E — I, II, III cu acoperiș din tablă sau din material izolant prins pe schelet metalic cu piese metalice la distanțe fixe;

• Elementele metalice ale acoperișului (coame, cornișe, jgheaburi, balustrada de protecție superioară a turnurilor de răcire etc.) și alte elemente metalice ce ies din planul acoperișului (coșuri de fum și de ventilație, lucarne, firme, tijele port-drapel, crucile turlelor bisericilor, etc.); cînd ies cu peste 0,5 m din planul acoperișului se prevăd dacă e cazul cu o tijă OL ∅ 16 mm înaltă cît asigură zona de protecție a elementului respectiv (§ 14.3).

Cînd nu este posibil se adoptă conductoare anume destinate:

• Materiale: OL-Zn (bandă — $s \geqslant 50$ mm², $g \geqslant 2{,}5$ mm sau rotund — $\varnothing \geqslant 8$ mm) sau OL grunduit și vopsit anticorosiv în 2 straturi (bandă $s \geqslant 100$ mm², $g \geqslant 4$ mm sau rotund — $\varnothing \geqslant 12$ mm);

• Montaj aparent (v. fig. 14.2):

— în sistem rețea (la acoperișurile plate sau cu coama la $h \leqslant 1$ m de streașină) cu ochiuri de maximum 20×20 m — normal sau 10×10 m — întărit;

— în sistem de coamă (la acoperișurile în pante, cu ședuri) cu conductă pe coamă și, pentru $\alpha \leqslant 30°$, și pe marginea acoperișului;

— tijă (la acoperișurile în piramidă sau cu coamă scurtă, la turnuri, coșuri și similare);

— combinat (la acoperișurile complexe — elementele nemetalice care ies din planul acoperișului vor fi prevăzute

cu ramă metalică sau și tijă funcție de înălțime; coșurile vor fi încinse cu o centură de OL minimum 70 × 8 mm pe care se fixează tije din OL-Zn ⌀ 20 mm — 1 m la intervale de 2,5 ... 5 m, conform fig. 14.2, *c*).

Fig. 14.2. Sisteme de IPT:

a – rețea; *b* – coamă; *c* – tijă; *d* – bucle de pozare (la *a* și *b*, pentru IPT întărită distanțele rețelei se înjumătățesc).

Conductoarele de coborîre. Se folosesc cu prioritate elementele metalice ale construcțiilor și ale instalațiilor tehnologice exterioare care îndeplinesc condițiile de secțiune și continuitate electrică (v. conductoare de captare) și anume:

• Scheletul, pereții și armăturile din metal (pot înlocui 100% numărul necesar de coborîri) inclusiv scheletul metalic (dacă este) al clădirilor de gradul IV și V rezistență la foc (se leagă cu conductorul de captare de pe acoperiș prin conducte protejate și izolate la trecerea prin materialul combustibil):

• Elementele metalice verticale (conducte de apă și încălzire, scări de incendiu, glisiere ascensoare, burlane de scurgere, scările exterioare — nu interioare — respectiv mîinile curente metalice ale coșurilor independente și turnurilor de răcire etc.; excluse conductele de gaze naturale și fluide combustibile) pentru categoriile D, E pericol de incendiu și gradul I, II, III rezistență la foc (pot înlocui 50% din numărul de coborîri necesar); dacă nu prezintă continuitate electrică sigură vor fi folosite ca conductoare auxiliare legate la conductoarele principale de coborîre.

Cînd nu este posibil, se adoptă conductoare anume destinate:

• Materiale: v. conductoarele de captare; la coșuri, pe porțiunea expusă fumului sau gazelor evacuate, dar minimum 3 m în jos de gura coșului se alege OL-Zn ∅ 16 mm sau 40 × 4 mm, restul coborîrii fiind de ∅ 10 mm sau 30 × 3 mm (pentru OL nezincat dimensiunile se măresc cu o treaptă);

• Numărul și dispunerea coborîrilor principale sînt funcție de dimensiunile clădirii și forma acoperișului (v. fig. 14.2, *a*, *b*) astfel ca:

— Pentru IPT normale (întărite) vor fi minim 2 coborîri dispuse pe diagonală sau în Z pentru clădiri cu $l \leqslant 12\,(6)$ m sau 4 pentru clădiri cu $l > 12\,(6)$ m, iar distanța dintre două coborîri nu va depăși 20 (10) m;

— la coșuri cu $h \leqslant 40/>40$ m → 1/2 coborîri principale (lîngă scară și pe diametru); cînd coșurile sînt pe construcții, una din coborîri trebuie legată direct la pămînt, cealaltă la IPT construcției;

— la turnuri de răcire și castele de apă cu perimetrul sub 20 m, 2 coborîri; pentru fiecare 20 m în plus, cîte o coborîre;

• Montaj: obişnuit pe exterior, excepţional (dificultate deosebită de execuţie, aspect pretenţios etc.) în interior, dar numai la clădirile D, E — I, II, III; detalii:

— În exterior, normal pozare aparentă pe drumul cel mai scurt spre pămînt (dar nu prin luminatoare, balcoane, logii etc.); pe faţade este admisă montarea îngropată a maximum 50% din coborîri la construcţiile din lemn, cărămidă şi beton nearmat, cu protecţie faţă de materialele combustibile (v. jos) şi îmbinare sudată;

— În interior, îngropat (preferabil) sau aparent, ferit de contact sau apropiere de materiale combustibile (pentru evitare se protejează cu material incombustibil şi electroizolant).

Priza de pămînt obişnuit va fi comună cu priza de pămînt pentru protecţia contra electrocutării (v. § 15.2.2); cînd nu-i posibil se prevede priză de pămînt proprie cu precădere naturală, excepţional artificială (construcţiile şi instalaţiile îngropate la minimum 0,5 m sub nivelul solului n-au nevoie de priză specială).

Rezistenţa de dispersie a prizei de pămînt:

Felul şi destinaţia prizei de pămînt		Categoria de pericol de incendiu al construcţiei	R_p Ω
Proprie IPT:	naturală	A, B/C, D, E	2,5/5
	artificială	A, B/C, D, E	5/10
Comună, normal/excepţional (ρ_{sol} > 200Ω şi protecţia principală este prin legare la nul)			1/4
Separată pentru fiecare coborîre (motivat economic)			30

Prizele de pămînt artificiale se instalează faţă de fundaţia construcţiei protejate la 1,5 ... 5 m cu electrozii uniform distribuiţi în jurul construcţiei şi protejaţi prin înglobare în beton.

Prizele de pămînt proprii IPT se leagă la reţeaua generală de legare la pămînt a incintei numai dacă sînt la mai puţin de 20 m. La priza comună se leagă toate prizele de utilizare comună aflate la mai puţin de 20 m şi toate elementele metalice neincluse în priză aflate la mai puţin de 2 m.

Legarea la priza de pămînt comună a conductoarelor de coborîre se face separat de alte instalaţii de protecţie;

excepție, clădirile cu pereți metalici sau schelet metalic sau din beton armat. Numărul legăturilor este egal cu al coborîrilor; pentru rezervoarele metalice neîngropate, ∅ rezervor, m/nr. legături: $\leqslant 2/1$, $2 \div 19/2$, $10 \div 20/3$, $> 20/4$. iar pentru pereți metalici din 20(10) în 20(10) m (v. conductoare de coborîre).

14.2.2. *Instalații de protecție contra efectelor directe ale trăsnetului montate independent de construcție*

Conductoarele de captare sînt construite din tije din OL-Zn sau OL grunduit și vopsit anticorosiv ∅ 20 mm și $l \geqslant 1$ m, montate pe catarge (stîlpi din beton, beton armat, metal). Numărul, înălțimea și dispunerea catargelor se stabilesc prin calcul funcție de zona de protecție de asigurat (v. § 14.3) și ținînd seama că: înălțimea unui catarg nu poate fi mai mică decît jumătate din distanța față de catargul vecin; distanța dintre vîrful tijei și marginea construcției protejate va fi de cel puțin 5 m, iar la gazometre și alte recipiente similare minim 3 m de vîrful țevii de aerisire, pe stîlpi amplasați la minimum 5 m de țevile de ieșire a gazelor.

Conductoarele de coborîre sînt construite din armătura sau corpul metalic al stîlpului, cu respectarea condițiilor de secțiune și continuitate (v. § 14.2.1) sau din conductoare anume destinate.

Priza de pămînt, dacă este posibil, se instalează la minimum 5 m de alte prize asigurîndu-se $R_p \leqslant 5(10)$ Ω — naturală (artificială); cînd nu-i posibilă separarea se utilizează prize comune cu $R_p \leqslant 2{,}5(5)$ Ω — naturale (artificiale).

14.2.3. *Instalații de protecție contra efectelor secundare ale trăsnetului*

Măsuri de bază:

• Pentru egalizarea potențialelor produse de descărcarea trăsnetului la construcțiile de categoria A, B se prevăd conducte orizontale în contur închis la distanțe de 10 ... 15 m

pe verticală, legate la toate coborîrile și elementele metalice vecine montate pe exteriorul clădirii;

• Exceptînd conductele de fluide combustibile, restul conductelor metalice care intră și ies din clădire se leagă la pămînt atît la intrări cît și la ieșiri;

• Toate elementele metalice care nu respectă distanțele date de relația (14.1) vor fi legate la IPT (v. și § 14.2.4);

• Dacă nu este posibilă evitarea intrării LEA în clădiri de categoria A, B, la 25, 50, 100 m de clădire se montează pe linie DRV, sau pe 500 m de clădire linia se ecranează, sau pe ultimii 50 m LEA se înlocuiește prin LES cu armătura egată la pămînt, iar de la stîlpul la care se leagă cablul, la 25, 50, 100 m se montează pe DRVLEA; cînd LEA intră într-o clădire de categoria C, D, E se iau măsurile de protecție contra supratensiunilor prevăzute în PE 109/81 (v. § 1.1.1). Măsuri speciale: dacă este cazul, conform normativelor de specialitate departamentale în vigoare (v. § 1.1.1).

14.2.4. *Protecția contra descărcărilor laterale*

Pentru prevenirea descărcărilor laterale distanțele minime:

• Între două puncte apropiate ale unei conducte IPT sau între o conductă IPT și un element metalic de construcție sau instalație,

$$D = L_B/10, \text{ respectiv } D = 0{,}3R_p + L_C/10n, \qquad (14.1)$$

unde: L_B, L_C — lungimea buclei, respectiv a conductei de coborîre din locul de apropiere pînă la pămînt, în m; R_p — rezistența de dispersie a prizei de pămînt, în Ω; n — numărul conductoarelor de coborîre;

• Între conductele IPT și elementele de construcție combustibile: 60 cm de coama acoperișului, 40 cm de acoperiș, 20 cm de pereți; față de elemente incombustibile, nu se normează;

• Cînd aceste distanțe nu pot fi respectate:
— Pentru primul caz: toate elementele metalice vor fi legate direct sau prin descărcătoare, pe drumul cel mai

scurt, la IPT; excepții: a) descărcătoarele nu-s permise în încăperi de categoria A, B; b) nu se referă la instalațiile electrice din clădiri cu structură complet metalică folosită ca IPT sau înglobată în structura de beton armat de mare suprafață dacă priza de pămînt este comună și nici la conductele de protecție ale PATD (v. § 15.1.1.);

— Pentru al doilea caz, se vor monta materiale incombustibile și electroizolante în locurile de apropiere.

14.2.5. *Detalii suplimentare de execuție*

Legăturile, îmbinările conductoarelor IPT vor fi cît mai puține și de regulă prin sudură (obligatoriu cele ascunse) sau prin șuruburi, asigurîndu-se un contact perfect.

Protecția contra deteriorărilor mecanice: conductele la $h = 0{,}3 \ldots 1{,}5$ m de sol se protejează prin profile de tablă sau oțel (nu prin țevi); conductele de captare se fixează bine pentru a nu fi deteriorate de alunecarea zăpezii.

Protecția contra coroziunii: pe lîngă zincare, partea supraterană a IPT aparentă va fi grunduită cu miniu de plumb și vopsită rezistent la intemperii; conductoarele aparente din oțel nezincat vor fi grunduite și vopsite anticorosiv în două straturi.

Conductele se fixează pe reazeme distanțate la circa 1,5 m și înalte ca să asigure distanțele de protecție (v. sus); la clădirile de gradul IV, V rezistente la foc reazemele vor fi din lemn de esență tare, impregnat și ignifugat, din beton sau pe izolatoare de JT; în celelalte cazuri, obișnuit sînt metalice.

14.3. **Calculul zonei de protecție contra trăsnetului**

Zona de protecție a conductoarelor de captare orizontale (cazul sistemelor rețea și de coamă și al LEA):

- Pentru un captator — v. fig. 14.3, *a* unde

$$r_x = (h - h_x)k/(1 + h_x/h), \qquad (14.2)$$

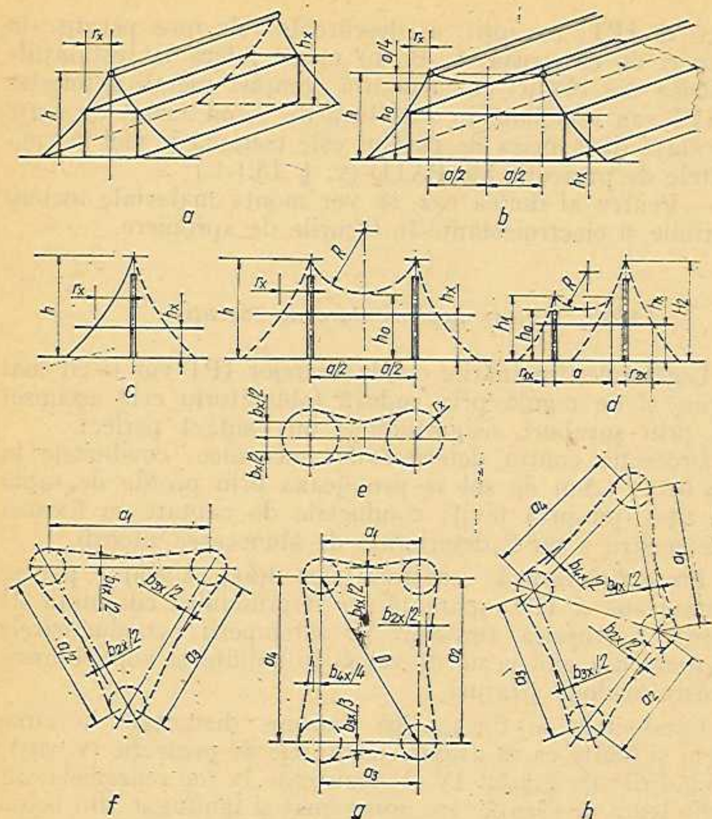


Fig. 14.3. Zonele de protecție ale conductelor de captare (se citesc cu § 14.3).

coeficientul k fiind egal cu 1,2 pentru construcții și 0,8 pentru LEA;

- Pentru două captatoare paralele — v. fig. 14.3, *b* unde

$$r_x \text{ — v. (14.2)}; \quad h_0 = h - a/4; \quad h_x = h_0. \tag{14.3}$$

Zona de protecție a tijelor de captare:

- Pentru un captator — v. fig. 14.3, *c* unde

$$r_x = 1{,}6Ph(h - h_x)/(h + h_x) \tag{14.4}$$

în care P este egal cu 1 pentru $h \leq 30$ m şi cu 5,5 Vh pentru $h > 30$ m;

- Pentru două captatoare de înălţime egală—v. fig. 14.3, *d* — unde:

$$h_0 = h - a/(7P); \quad R = a\sqrt{1 + 12{,}25P^2}/2;$$

$$r_x = 1{,}6Ph(h - h_x)/(h + h_x); \quad (14.5)$$

$$b_x = 3{,}2Ph_0(h_0 - h_x)/(h_0 + h_x);$$

- Pentru două captatoare de înălţimi diferite — v. fig. 14.3, *e* unde:

$$r_{1x} = 1{,}6Ph_1(h_1 - h_x)/(h_1 + h_x); \quad (14.6)$$

$$r_{2x} = 1{,}6Ph_2(h_2 - h_x)/(h_2 + h_x);$$

- Pentru trei captatoare — v. fig. 14.3, *f* şi captatoare dispuse în vîrfurile unui dreptunghi — v. fig. 14.3, *g* unde

$$h_0 = h - D/(8P); \quad (14.7)$$

- Pentru patru sau mai multe captatoare amplasate neregulat — v. fig. 14.3, *h* unde se împarte zona în triunghiuri, aplicîndu-se pentru fiecare în parte relaţia (14.7).

Exemplul de calcul 14.1. Să se verifice dacă o cabină de vopsire de categoria A, lată de 6 m şi înaltă de 4 m, lipită de o hală înaltă de 12 m cu IPT are nevoie de IPT proprie.

Da, fiind de categoria A. Dacă ar fi de categoria C, D sau E:

$$r_x = (12 - 4)1{,}2/(1 + 4/12) = 7{,}3 \text{ m} > 6 \text{ m}$$

n-ar avea nevoie de IPT proprie.

Exemplul de calcul 14.2. Să se dimensioneze IPT pentru un gazometru cu diametrul exterior de 8 m şi înălţimea de 12 m.

$$r_{x nec.} = 5 + 8 = 13 \text{ m};$$

din relaţia (14.4), substituind şi calculînd se deduce:

$$1{,}6h^2 - 32{,}2h - 156 = 0;$$

$$h = (16{,}1 \pm \sqrt{16{,}1^2 + 1{,}6 \cdot 156})/1{,}6 = 23{,}98 \text{ m}.$$

Rezultă că un catarg înalt de 25 m deasupra solului (inclusiv tija) şi amplasat la 5 m de rezervor satisface protecţia contra trăsnetelor.

14.4. Verificarea instalațiilor

La proiectare și execuție se verifică: alegerea sistemului și materialelor, dimensionarea, protecția contra coroziunii, asigurarea continuității electrice, protecția contra descărcărilor laterale, modul de fixare pe construcție, rezistența de dispersie a prizei de pămînt.

În exploatare: controlul periodic al stării instalației în special în ceea ce privește protecția contra coroziunii, modul de fixare și deteriorările mecanice (în special după ierni grele cu zăpadă multă) și rezistența de dispersie a prizei de pămînt; după ce a suportat descărcarea unui trăsnet, controlul și repararea imediată a deteriorărilor constatate.

15. PROTECȚIA MUNCII ÎN INSTALAȚIILE ELECTRICE

15.1. Generalități

15.1.1. *Măsuri de protecția muncii în instalațiile electrice*

Măsura	Utilizare. Mod de realizare
1	2
Protecția contra electrocutării prin atingere directă (a părților conductoare neizolate aflate normal sub tensiune)	
Izolarea electrică (de lucru)	Pentru conductoarele din circuitele curenților de lucru, conform STAS 2614-80.
Carcasarea de protecție	Pentru echipamente cu părți conductoare neizolate, prin carcase rezistente mecanic și fixate sigur pe suporți.
Îngrădiri de protecție	Idem, sau locuri cu echipamente electrice interzise accesului neautorizat, prin plasă, tablă perforată etc. fixate sigur pe supoarte fixe.
Amplasarea la înălțimi inaccesibile accidental	Obișnuit pentru bare neizolate și aparate cu protecție IP00 liber amplasate în afara zonei de manipulare definită prin fig. 15.1.
Amplasarea în încăperi EE (§ 1.3.3)	Pentru echipamentele electrice neprotejate contra atingerilor de către personal neautorizat.
Blocaje electrice sau mecanice	Contra accesului nepermis personalului neautorizat la instalațiile electrice respective.

1	2
Protecția contra electrocutării prin atingere indirectă (a părților conductoare normal izolate dar posibil să fie accidental sub tensiune)	
Legarea la pămînt (STAS 6119-79, STAS 7334-84 și mai jos subcapitolul 15.2)	Mijloc principal de protecție în instalațiile cu tensiuni periculoase (JT, MT, IT) sau suplimentar în instalațiile de JT cu protecție principală prin legarea la nul — prin legarea la pămînt a părților conductoare care nu fac parte din circuitele de lucru dar posibil să fie accidental sub tensiune periculoasă.
Legarea la nul (STAS 6616-78 și mai jos 15.3)	Mijloc principal de protecție în instalațiile de JT legate la pămînt — prin legarea la pămînt a părților conductoare ca mai sus.
Utilizarea tensiunilor reduse (v. fig. 15.2, *a*, *b*)	Mijloc principal de protecție în special pentru utilaje portative și corpuri de iluminat — prin alimentarea acestora prin transformatoare sau convertizoare speciale de protecție, acumulatoare sau elemente galvanice.
Separarea de protecție (fig. 15.2, *c*)	Mijloc principal de protecție la utilaje portative cînd nu-i justificată tehnic utilizarea tensiunii reduse — prin transformatoare de separație cu secundarul izolat față de pămînt.
Izolarea suplimentară de protecție a utilajelor	Idem — prin: înveliș izolant exterior pe părțile conductibile accesibile, normal izolate; strat intermediar izolant de separație a ților conductoare accesibile normal izolate; părizolare dublă sau întărită, conform STAS 2614-80.
Izolarea amplasamentului Izolarea amplasamentului utilajelor	Mijloc principal de protecție la stîlpii LEA de JT sau suplimentar la protecția prin legare la pămînt sau nul — prin acoperirea cu material izolant a pardoselii și părților metalice în contact cu pămîntul din zona de manipulare.
Egalizarea sau dirijarea distribuției potențialelor	Mijloc suplimentar de protecție de legarea la pămînt sau la nul și la stîlpii LEA de JT: *egalizare* — prin legarea la instalația de legare la pămînt a elementelor metalice din zonă; *dirijare* — prin dispunerea convenabilă a electrozilor prizei de pămînt pentru a micșora U_a și U_p.

1	2
Protecția prin deconectarea automată la apariția tensiunilor de atingere periculoase — *PATA* sau a curenților de defect periculoși — *PACD*	De regulă mijloc suplimentar de protecție la legarea la pămînt sau la nul; *PACD* poate fi și mijloc principal de protecție în instalațiile din locuințe cînd legarea la nul sau la pămînt se face numai prin asigurarea condițiilor de funcționarea a acestei protecții. Condiții: declanșarea în maximum 0,2 s; *PATA* (fig. 15.2, *d*) — priza de pămînt auxiliară (max. 10 Ω) și conductorul de legarea lui la utilaj vor fi izolate de alte instalații de legare la pămînt ca să nu șunteze bobina releului; *PACD* (fig. 15.2, *e*, *f*) — trebuie ca $R_p \leqslant U_a/1{,}25 \cdot I_a$ unde I_a este curentul de reglaj al releului *PACD*, iar U_a — v. § 15.1.2.

Măsuri pentru prevenirea accidentelor în exploatarea, întreținerea și repararea instalațiilor electrice

Utilizarea mijloacelor pentru protecția personalului împotriva electrocutării și efectelor acțiunii arcului electric (PE 119/82 — cap. 2)	Mijloacele de protecție utilizate: — electroizolante (prăjini, clești, plăci, pălării, folii, degetare, mînuși, cizme, covoare și platforme electroizolante; indicatoare de corespondența fazelor; scule cu mînere electroizolante); — scurtcircuitoare și dispozitive de atenuarea tensiunilor induse; — pentru delimitarea zonelor de lucru (bariere rigide și extensibile, frînghii și benzi, panouri și paravane mobile, indicatoare securitate); — contra efectelor acțiunii arcului electric și traumatismelor mecanice, (ochelari și cască de protecție, centuri de siguranță).
Măsuri tehnice de protecție pentru executarea lucrărilor la instalații scoase de sub tensiune (PE 110/82 — cap. 3)	— Întreruperea tensiunii și separarea vizibilă a instalației; — blocarea în poziția *deschis* a aparatelor de comutație prin care s-a făcut separarea; — verificarea lipsei tensiunii; — legarea instalației la pămînt și în scurtcircuit; — delimitarea materială a zonei de lucru; — asigurarea zonei de lucru împotriva accidentelor neelectrice.

1	2
Măsuri organizatorice de protecție pentru executarea lucrărilor la instalații în exploatare (PE 119/82 — — cap. 4).	— Îndeplinirea formelor de lucru; — admiterea la lucru; — controlul și supravegherea activității formației de lucru; — mutarea în altă zonă de lucru; — întreruperea și terminarea lucrărilor; — executarea lucrărilor în cazuri extreme fără autorizație de lucru.
Măsuri de protecție pentru executarea lucrărilor la instalații sub tensiune (id. 5)	— Lucrări în apropierea instalațiilor electrice sub tensiune; — lucrări la instalații la care s-a întrerupt tensiunea dar nelegate la pămînt; — lucrări executate direct asupra părților aflate sub tensiune.
Instruirea personalului pentru protecția muncii în instalațiile electrice, conform NPM 119/82 (în paranteză s-au trecut capitolele unde sînt tratate) pentru:	— Servirea operativă a instalațiilor electrice; — executarea lucrărilor: în cazul deranjamentelor, incidentelor și avariilor (7), la mașini și aparate electrice (9; 29), la gospodăriile de cărbuni (8, 15, 18), la instalațiile de acumulatoare (10), la stațiile de conexiuni și transformatoare (12; 18), la liniile electrice aeriene (14,26), la instalațiile de iluminat exterior (16), la circuitele secundare (17), cu aparate portative (19), la instalații Tc aferente rețelelor electrice (20), de către personal delegat (22), de întreținere a instalațiilor electrice (23), de încărcare, descărcare, transport, manipulare și depozitare materiale (24), de săpături.

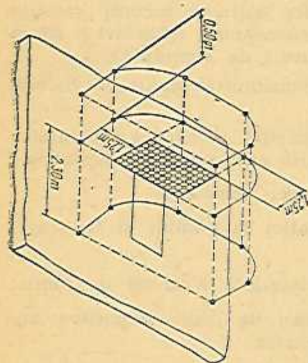


Fig. 15.1. Zone de manipulare.

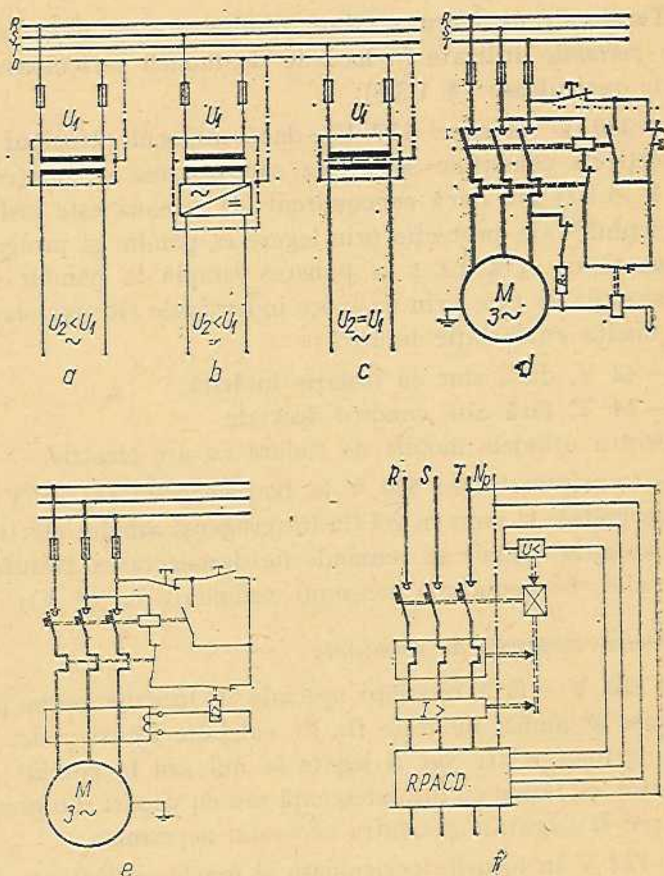


Fig. 15.2. Protecția contra atingerilor indirecte:

a — prin transformator de tensiune redusă; *b* — idem, cu redresarea tensiunii în curent continuu; *c* — prin transformator de separație; *d* — PATA; *e* — PACD; *f* — idem, prin releu RPACD (v. § 3.5.1) montat la AMRO cu DTm.

15.1.2. *Limite de tensiune și de curent*

Tensiunile de lucru maxime admise. *Pentru unelte electrice portabile* utilizate în locurile de muncă periculoase și foarte periculoase (§ 1.3.5):

— 380 V (în mine 127 V), dacă mijlocul principal de protecție îl constituie separarea sau izolarea de protecție (v. § 15.1.1) sau dacă concomitent: 1) rețeaua este izolată de pămînt* are protecție prin legare la pămînt și protecție automată cu $t_a \leqslant 0{,}2$ s la punerea simplă la pămînt sau 2) protecția se face prin mijloace individuale electroizolante sau unelte cu izolație întărită;

— 42 V, dacă sînt cu izolație întărită;

— 24 V, fără alte condiții speciale.

Pentru utilajele mobile de sudare cu arc electric:

— transformatoare: 500 V la bornele primare, 75 V la cele secundare la mers în gol (la întreruperea arcului electric, un dispozitiv trebuie să comande fie deconectarea transformatorului, fie reducerea tensiunii secundare la 24 V);

Pentru corpurile de iluminat:

— 220 V — fără restricții speciale în locurile puțin periculoase și numai montate fix în celelalte locuri unde, în zona de manipulare vor fi legate la nul sau la pămînt și, dacă sînt cu lămpi cu incandescență sau cu vapori sub presiune, vor fi asigurate și contra accesului nepermis;

— 127 V în locurile periculoase și foarte periculoase, în montaj fix sau mobil, cu lămpi cu incandescență; în zona

---

*) În rețelele legate la pămînt cu protecție principală prin legare la nul se admite utilizarea uneltelor portabile existente la 380 V, dacă se lucrează cu mînuși și cizme electroizolante sau se egalizează potențialele în zona de manipulare (v. § 15.1.1.)

de manipulare vor fi legate la pămînt și alimentate de la o rețea izolată față de pămînt;

— 24 V în locurile periculoase și foarte periculoase, în montaj fix, mobile sau portabile, cu lămpi cu incandescență; în zonele de manipulare din locurile foarte periculoase vor fi cu protecție minimum IP44.

Tensiunile de atingere U_a și de pas U_p maxime admise sînt:

Instalații cu $U_n \leqslant 1$ kV

Loc de utilizare \ Mediul de lucru / t_p, s		Puțin periculos		Periculos și f. periculos	
		$\leqslant 3$	>3	$\leqslant 3$	>3
La suprafață cu utilaje (c.a./c.c.)	fixe, mobile	65/110	40/65	65/110	40/65
	portabile	65/110	40/65	24/24	24/24
În subteran — toate utilajele		—	—	24/24	24/24

Instalații $U_n > 1$ kV

Zonă de amplasare cu circulație:	Timp deconectare protecție de bază t_p, s							
	$\leqslant 0,2$	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8÷3	>3
Cu o singură protecție la punerea la pămînt								
Frecventă	125	100	85	80	75	70	65	40
Redusă*	250	200	165	150	140	130	125	125
Redusă cu protecție[1]	500	400	330	300	280	260	250	250
Cu minimum două protecții la punerea la pămînt pe întreruptoare diferite								
Frecventă	250	200	165	150	140	130	125	125
Redusă*	500	400	330	300	280	200	250	250

Stîlpi LEA

Zonă de amplasare	Tip rețea	U_n, V
Localități cu circulație frecventă	Joasă tensiune	65
	IT — izolate sau compensate	125
	IT — legate la pămînt	250/500
În incinte	IT — legate la pămînt	125/250
Localități cu circulație redusă și în afara lor	Stîlpi cu aparataj	Valorile*
	Stîlpi fără aparataj	Nenormat

Notă.[1] Se lucrează cu mijloace individuale de protecție electroizolante.

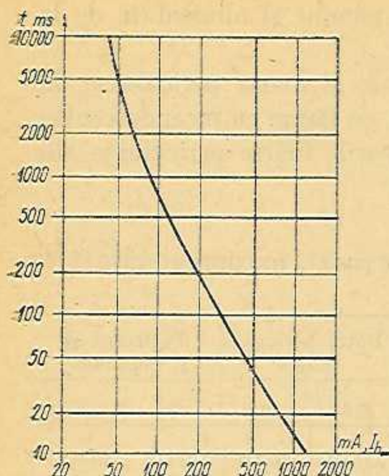


Fig. 15.3. Curentul maxim nepericulos prin om pentru 3 s.

Curentul maxim admis prin om fără pericol, pentru cel mult 3 secunde — conform fig. 15.3 — pentru 3 secunde:

Protecție contra atingerii:	R_h, Ω	I_n, A c.a.	I_n, A c.c.
directe	1000	10	50
indirecte	3000	10	50
—	0	30	50

15.2. Instalații de legare la pămînt pentru protecția contra electrocutării

15.2.1. *Compunere. Materiale. Execuție*

Compunere (fig. 15.4): *priza de pămînt*, din electrozi legați între ei prin conductoare; *conductoarele principale* de legarel a pămînt, legate prin cel puțin două conductoare, la extremități, la priza de pămînt; *conductoarele de ramificație* de la conductorul principal la echipamentele protejate.

Materiale. În primul rînd se utilizează elementele naturale metalice ale construcțiilor și instalațiilor (exceptînd conductele de fluide combustibile), dacă au asigurate: continuitatea electrică chiar în caz de deteriorare a unei porțiuni de element, secțiunea totală minimă de 100 mm^2 (50 mm^2 pentru stîlpii LEA) și piese de racord ușor accesibile la maxim 20 m una de alta și de minim 40 × 150 × 3 mm. Se utilizează:

— pentru electrozi: stîlpi metalici și armăturile din betonul fundațiilor și pilonilor, conductele metalice pentru fluide necombustibile, învelișul metalic neizolat spre exterior al cablurilor electrice — toate în contact direct cu pămîntul;

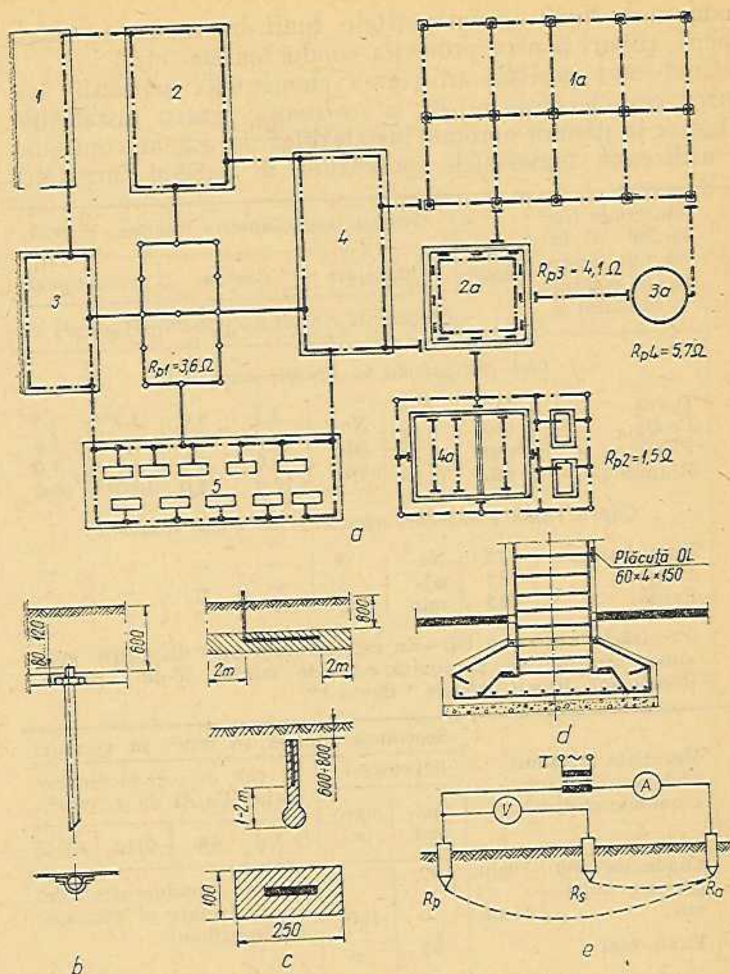


Fig. 15.4. Instalaţii de legare la pămînt:

a — planul ILP într-o incintă industrială care se extinde; *b* — montarea electrozilor artificiali verticali; *c* — detalii de montaj în bentonită; *d* — electrod natur din fundaţia unui stîlp de hală industrială; *e* — măsurarea rezistenţei de dispersie (v. text § 15.2.4).

— pentru conductoarele de legare la pămînt: elementele metalice fixe ale construcţiilor şi instalaţiilor (armătura betonului, suporturi, şine conductoare şi căi de rulare,

conducte de fluide incombustibile, funii de suspensie pentru cabluri, tuburi pentru protecția conductoarelor etc.).

Cînd nu-i posibilă utilizarea elementelor naturale sau pentru completarea lor ca și *totdeauna* pentru instalațiile de legare la pămînt aferente instalațiilor de curent continuu, se utilizează materialele prevăzute în tabelul următor:

Electrozi artificiali

Materiale (interzise: Al, funie OL, acoperiri și legături izolante)	s_m mm²	Grosimi sau diametre minime, în mm: neprotejate pH≥6	neprotejate pH<6	zincate pH≥6	zincate pH<6	în bentonită pH≥6	în bentonită pH<6
Oțel (obligatoriu în situații normale)							
Țeavă	150	4,5*	Ne-admis	3,5	4,5	3,5**	3,5
Profile	150	6,0*		4,0	6,0	4,0**	4,0
Plăci	150	4,0*		3,0	4,0	3,0**	3,0
Rotund (⌀)	150	14,0*		10,0	14,0	10,0**	10,0
Cupru (numai în soluri agresive, cînd e mai economic)							
Bare, bandă	15	Ne-admis	3	—	—	—	—
Plăci	25		3	—	—	—	—
Funie	25		2	—	—	—	—

Precizări: utilizarea OL—Zn este limitată prin dispoziții; grosimea stratului de bentonită este de minim 20 cm; pentru durate sub 10 ani valorile * devin **.

Conductoare la legare de pămînt: principale la priză, între electrozi

Materiale (obișnuit oțel, justificat tehnico-economic cuprul)		Secțiunea minimă, în mm², în montaj: neprotejat aparent	neprotejat îngropat	în tub cu conductoarele active Cu/Al cu s, mm²: 2,5/4	4/6	6/10	10/16
Conductor oțel grosime minimă:	3 mm	100	—	Numai conductoare de cupru izolate și marcate verde-galben:			
	4 mm	—	100				
Funie oțel		95	—				
Conductor de cupru:	unifilar	16	25	4	6	10	16
	multifilar	16	25	4	6	10	16

Se admit excepțional: conductoarele Al din cablurile cu înveliș exterior și cele din OL—Al și Al montate pe stîlpii LEA și cadrele stațiilor exterioare, secțiune minimă 35 mm²; funiile OL—Al și conductoarele Al de compensare care însoțesc cablurile de IT, secțiune minimă 50 mm².

	Materiale (obișnuit oțelul, justificat tehnico-economic — cuprul)		Secțiune minimă, în mm², pentru protecție:					
			principală		suplimentară la leg. la nul			
					la tablouri		la receptoare	
			aparent	îngropat	aparent	îngropat	aparent	îngropat
Conductoare de ramificație	Conductor oțel grosime minimă:	3 mm	50	—	50	—	4	—
		4 mm	—	50	—	50	—	48
	Funie de oțel		50	—	50	—	—	—
	Conductor de cupru:	unifilar	16	25	16	25	4	4
		multifilar	16	25	16	25	—	—
	Cînd însoțesc conductoarele active în același tub, v. conductoare principale. La protecție suplimentară secțiunea trebuie să fie minim jumătate din cea a conductoarelor active și maximum 25 mm² — cupru sau 160 mm² — oțel.							

Execuția (fig. 15.4, *b*). *Electrozii artificiali* se montează în sol, orizontal sau vertical, după cum rezistența solului este mai mică în straturile de suprafață sau în cele din adîncime. În soluri agresive sau cu rezistivitate mare se recomandă îmbrăcarea electrozilor într-un strat de bentonită gros de minim 10 ori diametrul sau latura secțiunii electrozilor. Pentru prizele instalațiilor de c.c., instalarea în soluri agresive nu este indicată, iar dacă prizele sînt de exploatare (pentru curenți de lucru), se recomandă protecția electrozilor cu mangal bătut în jur.

Conductoarele de legătură între electrozi se montează fie îngropat (cînd se consideră și ca electrozi orizontali — cazul normal al prizelor artificiale), fie aparent (în special la prizele artificiale).

Conductoarele principale vor trece prin toate încăperile cu echipamente de protejat, pe cît posibil în circuit închis și se vor lega la priză prin conductoare protejate mecanic pe porțiunea aparentă pînă la înălțimea de 1,5 m deasupra solului.

Conductoarele de ramificație vor lega fiecare echipament în parte la conductorul principal; cînd acesta e natural, se poate utiliza un conductor de derivație comun în circuit închis, la care se vor lega echipamentele de protejat.

Legăturile între elementele instalației: preferabil prin sudare; se admit prin șuruburi cu piulițe asigurate, după cositorirea suprafețelor de contact.

Suprafețele conductoarelor supraterane se vopsesc în negru; cele îngropate nu se vopsesc (cel mult sînt zincate).

15.2.2. *Utilizarea în comun a instalațiilor de legare la pămînt*

Toate instalațiile de legare la pămînt din incinta unei întreprinderi și, mai departe, de pe o platformă industrială, indiferent de scopul lor (protecție împotriva electrocutării, exploatare, protecție împotriva descărcărilor atmosferice sau supratensiunilor de comutare), se leagă între ele, formînd o rețea generală de legare la pămînt cu avantajul obținerii unei rezistențe de dispersie rezultante de valoare mică și a unei echipotențieri a platformei (v. fig. 15.4, *a*). Valoarea rezistenței de dispersie trebuie să asigure nedepășirea tensiunilor de atingere și de pas admise (v. § 15.1.2).

Instalații de legare la pămînt separate sau parțial comune — parțial separate se prevăd numai cînd nu este posibil tehnic realizarea celor comune sau nu este justificat economic.

Conductoarele de legare la pămînt ale instalațiilor de paratrăznet vor fi separate de cele ale altor categorii de instalații pînă la priza comună, exceptînd cazul clădirilor cu pereți și schelet din metal sau beton armat, care se vor utiliza în comun.

15.2.3. *Dimensionarea instalației de legare la pămînt*

Rezistența de calcul a solului se deduce din cea măsurată $\rho_{măs}$ cu relația

$$\rho = \psi \rho_{măs} \quad [\Omega], \tag{15.1}$$

unde ψ este un coeficient cu valorile:

Umiditatea solului	ψ pentru adîncimea de îngropare, în m			
	0,3 ... 0,5	0,5 ... 0,8	0,8 ... 4,0	>4
mare	6,5	3,0	1,5	1,2
medie	5,0	2,0	1,3	1,1
uscat	3,5	1,5	1,1	1,0

Cînd nu se dispune de date din măsurători, pentru calcule informative se recomandă următoarele valori pentru:

Locul de implantare	ρ, Ωm	Locul de implantare	ρ, Ωm
Soluție de sare cu ape acide	0,01	Pămînt arabil	50
Apă de mare	3,00	Pămînt argilos, argilă	80
Apă de pîrîu și rîu	20,00	Pămînt cu pietriș, loess, pămînt de pădure, argilă cu nisip	200
Apă de iaz sau izvor	40,00	Pămînt nisipos	300
Apă subterană	50,00	Nisip foarte umed	400
Apă de munte	700,00	Balast cu pămînt, nisip, nisip cu pietriș	1 000
Pămînt, humă, turbă (foarte umede)	20,00	Roci bazaltice	10 000
Cernoziom	50,00	Stîncă compactă	100 000
Humă vînătă	10,00		

Curenții de calcul. Pentru calculul U_a și U_{pas} (v. § 15.1.2):

— În rețelele cu neutrul izolat sau compensat — I_{ps} — curentul de punere simplă la pămînt dar nu mai puțin de 10 A și t_∞ — timpul nelimitat; relații de calcul:

$$I_p = I_{ps} = k_{JT} I_d; \quad I_p = I_{ps} \approx Ul/k_{IT}, \tag{15.2}$$

unde k_{JT} este un coeficient de siguranță pentru prizele separate ale instalațiilor de JT egal cu 3,5 (5) pentru siguranțe fuzibile cu $I_n < 63$ (> 63) A și cu 1,2 pentru relee maximale; k_{IT} — coeficient de calcul pentru rețelele de MT și IT cu prize proprii sau comune cu JT, egal cu 10 la LES și cu 350 la LEA; I_d — curentul de protecție, A; l — lungimea simplă a rețelei, în km;

— În rețelele legate la pămînt direct sau prin rezistență — $I_p = I_{pp}$ — curentul prin priză la o punere monofazată la pămînt (§ 9.5.2) și t_b — timpul protecției de bază.

Pentru verificarea instalației la stabilitate termică:

— În rețelele cu neutrul izolat sau compensat:

• I_{ps} și t_∞ — v. sus, dacă (oricare): 1) minim 66% din rețea, dar minim 10 km, este din cablu armat sau cu învelișuri metalice; 2) este prevăzută protecție cu declanșare automată la punerea simplă la pămînt; 3) sînt în zonă cu circulație redusă (exemplu, incinta stațiilor electrice îngrădite), iar posturile trafo au priză separată pentru JT; 4) se referă numai la stîlpii LEA;

• în alte cazuri (concomitent): 1) I_{pdM} — curentul maxim de punere dublă la pămînt printr-o $R_p = 4\ \Omega$ și t_{pM} — timpul protecției maximale, 2) I_{pdm} — curentul minim de punere dublă la pămînt deconectat de protecțiile respective și t_m — timpul pînă la deconectarea prin manevră a punerii duble la pămînt, 3) I_{ps} și t_∞ — v. sus (modul de calcul al curenților — v. § 9.5.2);

— În rețelele legate la pămînt direct sau prin rezistență: I_{pp} — v. sus, pentru verificarea prizei și I_{pm} — curentul de scurtcircuit monofazat, pentru verificarea conductoarelor de legare la pămînt și t_r — timpul protecției de rezervă sau al treptei II, dar nu mai puțin de 1 s (calculul curenților — v. § 9.5.2).

Secțiunea conductoarelor de legare la pămînt, în mm², pentru instalațiile de medie și înaltă tensiune se determină cu relația:

$$s \geqslant I_p \sqrt{t_f}/kj \geqslant s_m \text{ din § 15.2.1}, \qquad (15.3)$$

în care: I_p este curentul de calcul funcție de situație (v. sus), în A; $t_f = t_{pr} + t_d$ — timpul fictiv de trecere a curentului de defect, în s (t_{pr} — timpul de calcul pentru cazul respectiv menționat mai sus; t_d — timpul de deschidere a contactelor întreruptorului de protecție); k — coeficient egal cu 1 pentru conductoarele principale în contur deschis sau cele de ramificație și cu 2 pentru conductoarele principale în contur închis sau cele de legare la priza de pămînt; j — densitatea de curent admisă în conductoare timp de 1 s:

Material	Oțel	Cupru	Aluminiu	OL—Al
j, A/mm²	70	160	100	100

Pentru JT conductoarele de ramificație vor avea $s = 50 \dots 150 \text{ mm}^2$ (echivalentul a jumătate din secțiunea conductorului de fază).

Rezistența de dispersie a prizei de pămînt. Funcție de situația locală se alege natura prizei de pămînt (naturală, artificială sau combinată), alcătuirea și dispunerea ei.

Se calculează rezistența de dispersie a electrozilor componenți utilizînd convenabil relațiile din tabelele de mai jos:

- Pentru electrozii naturali din partea îngropată în pămînt a fundațiilor din beton armat:

Forma fundației	Relația de calcul
Paralelipiped, cilindru, trunchi de piramidă de volum V	$r_p = 0{,}25\,\rho/\sqrt[3]{V}$ unde V, în m^3
Idem cu 1) $(1{,}1\sqrt{S}) \geqslant 10$, unde S e suprafața secțiunii orizontale, în m^2	$r_p = 0{,}46\,\frac{\rho}{l}\,\lg\,\frac{4l}{D}$
Placă la suprafața solului (condiții: grosimea/diagonală $< 0{,}1$)	$r_p = 0{,}555\,\rho/\sqrt{S}$ unde S, în m^2
Idem, îngropată la $h > 1$ m	$r_p = 0{,}32\,\rho/\sqrt{S}$
Fundație continuă sub zid de diametru echivalent $D = 1{,}1\sqrt{S}$, unde S – secțiunea fundației, în m^2, l – lungimea, m	$r_p = 0{,}92\,\frac{\rho}{l}\,\lg\,\frac{2l}{D}$
Fundație continuă îngropată la $h > 1$ m cu $D = 1{,}1\sqrt{S}$ (v. sus)	$r_p = 0{,}46\,\frac{\rho}{l}\,\lg\,\frac{l^2}{D}$
Fundație poligonală cu $D = 1{,}1\sqrt{S}$ (v. explicațiile de la fundația continuă)	$r_p = (0{,}92\,\rho/l)\,[\lg(2l/D) + 0{,}1055]$
Fundație poligonală îngropată la $h \geqslant 1$ m (v. explicațiile de sus)	$r_p = (0{,}46\,\rho/l)\,[\lg(l^2/D) + 0{,}1055]$

• Pentru electrozii artificiali:

Material	Montaj vertical	Montaj orizontal
Țeavă la nivelul solului	$r_{pv} = 0{,}366\ \frac{\rho}{l} \lg \frac{4l}{d} \approx$ $\approx 0{,}9\ \frac{\rho}{l}$	$r_{p0} = 0{,}732\ \frac{\rho}{l} \lg \frac{2l}{d}$
Țeavă îngropată în adîncimea solului	$r_{pv} = 0{,}366\ \frac{\rho}{l} \left(\lg \frac{2l}{d} + \right.$ $\left. + \frac{1}{2} \lg \frac{4h + l}{4h - l}\right)$	$r_{p0} = 0{,}366\ \frac{\rho}{l} \lg \frac{l^2}{qd} \approx$ $\approx 2\ \frac{\rho}{l}$
Bandă la nivelul solului	$r_{pv} = 0{,}366\ \frac{\rho}{l} \lg \frac{8l}{b}$	$r_{p0} = 0{,}732\ \frac{\rho}{l} \lg \frac{4l}{b}$
Bandă îngropată în adîncimea solului	$r_{pv} = 0{,}366\ \frac{\rho}{l} \left(\lg \frac{4l}{b} + \right.$ $\left. + \frac{1}{2} \lg \frac{4h + l}{4h - l}\right)$	$r_{p0} = 0{,}366\ \frac{\rho}{l} \lg \frac{2l^2}{bq}$
Placă la adîncime	$r_{pv} = 0{,}25\ \rho/a$	$r_{p0} = 0{,}444\ \rho/\sqrt{S}$
Electrod inelar de secțiune circulară la:	nivelul solului	$r_{p0} = 0{,}732\ \frac{\rho}{l} \lg \frac{8l}{\pi d}$
	în adîncime	$r_{p0} = 0{,}366\ \frac{\rho}{l} \lg \frac{4l}{\pi q d}$

În relațiile din tabele: ρ — rezistivitatea de calcul a solului, (v. mai sus); l — lungimea electrodului, m; b — lățimea, m; d — diametrul în contact cu pămîntul, m; q — distanța dintre fața superioară a electrodului și suprafața solului, m; S — aria feții plăcii, m² (alte semnificații, în tabel); a — latura plăcii pătrate, m; D — diametru echivalent, m.

Se calculează rezistența de dispersie echivalentă a prizei:

$$R_p = R_{pv}R_{p0}/(R_{pv} + R_{p0}), \tag{15.4}$$

în care pentru electrozi diferiți:

$$R_{pv} = 1 \Big/ \sum_{i=1}^{i=n} (u_{vi}/r_{pvi}) \text{ și } R_{p0} = 1 \Big/ \sum_{i=1}^{i=n_0} (u_{0i}/r_{p0i}),$$

iar pentru electrozi identici:

$$R_{pv} = r_{pv}/u_v n_v \text{ și } R_{p0}/u_0 n_0,$$

n_v, n_0 fiind numărul de electrozi verticali, respectiv orizontali, iar u_v, u_0 — coeficienți de utilizare cu valorile din tabelul de mai jos:

n	$e = l$	$e = 2l$	$e = 3l$	$e = l$	$e = 2l$	$e = 3l$
	contur deschis			contur închis		
			Electrozi verticali			
2	0,85	0,98	0,95	—	—	—
3	0,80	0,85	0,90	0,75	0,80	0,90
4	0,75	0,82	0,88	0,65	0,75	0,85
5	0,70	0,80	0,85	0,62	0,72	0,82
6	0,65	0,78	0,82	0,60	0,70	0,80
10	0,60	0,75	0,80	0,55	0,66	0,75
20	0,50	0,70	0,75	0,50	0,61	0,70
40	—	—	—	0,40	0,55	0,65
60	—	—	—	0,38	0,52	0,62
100	—	—	—	0,35	0,50	0,60
			Electrozi orizontali			
2	0,80	0,90	0,95	—	—	—
3	0,80	0,90	0,90	0,50	0,60	0,75
4	0,77	0,88	0,85	0,45	0,55	0,70
5	0,75	0,85	0,82	0,42	0,52	0,68
6	0,60	0,80	0,80	0,40	0,50	0,65
10	0,60	0,75	0,75	0,33	0,44	0,56
20	0,20	0,56	0,68	0,25	0,30	0,45
40	0,20	0,44	0,54	0,20	0,29	0,39
60	—	—	—	0,20	0,27	0,36
100	—	—	—	0,19	0,24	0,33

Rezistența echivalentă a rețelei de legare la pămînt a incintei:

$$R_p = 1 \Big/ \sum_{i=1}^{i=n_p} (1/R_{pi}), \tag{15.5}$$

în care R_{pi} sînt rezistențele de dispersie ale prizelor de pămînt componente.

Verificarea condiţiilor de protecţie contra electrocutării:

$$\begin{aligned}&U_{pas}/I_p \geqslant R_p \leqslant U_a/I_p, \quad \text{respectiv}\\ &\alpha U_{pas}/(k_{pas} I_p \geqslant R_p \leqslant \alpha U_a/(k_a I_p)\end{aligned} \qquad (15.6)$$

în reţelele de JT, respectiv de MT şi IT; în aceste relaţii: U_a, U_{pas} — sînt tensiunea de atingere şi de pas admise (v. § 15.1.2), I_p — curentul prin priză considerat (v. sus), α — coeficient de izolare a amplasamentului egal cu 2—pentru strat de balast gros 12 cm, 3 — pentru dale beton, 5 — pentru asfalt gros 2 cm; k_a — coeficient de atingere corespunzător prizelor de dirijarea potenţialelor şi k_{pas} — coeficient de pas, daţi cu aproximaţie de relaţiile:

$$k_a = \frac{0{,}7}{\frac{1}{2\pi}\left(\ln\frac{2L^2}{hb} + A\right)}; \quad k_{pas} = \frac{k_s k_i}{\frac{1}{2\pi}\left(\ln\frac{2L^2}{hb} + A\right)}, \qquad (15.7)$$

$$A_s = \ln\frac{l^2(n-1)}{a^{2n-3}L^2\left[\left(\frac{n}{2}-1\right)!\right]^2(n-1)!},$$

$$k_s = \frac{1}{\pi}\left[\frac{1}{2h_{ex}} + \frac{1}{a+h_{ex}} + \frac{1}{2a} + \frac{1}{3a} + \ldots + \frac{1}{(n-1)\,a}\right],$$

$$k_i = 0{,}65 + 0{,}172\,n, \text{ cînd } n \geqslant 3.$$

unde: L este lungimea însumată a tuturor benzilor orizontale, m; h — adîncimea de îngropare, m; b — lăţimea benzii, m; l — lungimea unui singur electrod, m; n — numărul de electrozi în paralel; h_{ex} — adîncimea de îngropare a electrozilor artificiali extremi, m.

Indiferent de valoarea necesară satisfacerii relaţiilor (15.6), rezistenţele de dispersie ale prizelor de pămînt nu vor depăşi 4 Ω* pentru rezistenţa rezultantă R_p şi 10 Ω pentru rezistenţa locală a instalaţiei protejate R_{pi}; în instalaţiile de legare la pămînt care servesc reţeaua de nul se admite depăşirea valorii de 4 Ω cu condiţia satisfacerii relaţiei (15.6), iar pentru stîlpii LEA din soluri cu $\rho > 200$ Ωm

---

* Pentru prize comune şi pentru IPT, 1 Ω.

se admit rezistențe locale pînă la 20 Ω cu condiția satisfacerii rezistenței rezultante de 4 Ω.

Verificarea la stabilitate termică în regim de scurtă durată (de ordinul secundelor), respectiv de durată limitată și de durată nelimitată:

$$S \geqslant I_{pdM}\sqrt{\rho t_{pM}/(\gamma\theta)}\,;\quad R_p \leqslant 125\sqrt{t/t_m}/I_{pdm}\,;\quad R_p \leqslant \sqrt{2\rho\lambda\theta}/I_{ps}, \tag{15.8}$$

unde: S este suprafața de contact cu pămîntul a electrozilor, m²; ρ — rezistivitatea de calcul a solului, Ωm; θ — supratemperatura egală cu 60 (80)°C pentru electrozi îngropați la $<0{,}6$ ($>0{,}6$) m; γ — căldura specifică medie a pămîntului, obișnuit $1{,}7\cdot10^6$ Ws/°Cm³; R_p — rezistența prizei de pămînt; λ — conductivitatea medie a solului, obișnuit 1,2 W/°Cm; I_{pdM}, I_{pdM}, I_{ps} — v. sus, A; t — durata maximă admisă, valori:

ρ, Ωm		50	100	200	300
t, în min, pentru priză:	naturală	100	200	400	600
	artificială	30	60	120	180

Exemplul de calcul 15.1. Să se calculeze rezistența instalației de legare la pămînt a incintei din fig. 15.4, *a*, cunoscînd că valorile rezistențelor locale sînt cele din desen și că priza de pămînt a halei 1 a este constituită din fundațiile stîlpilor de forma arătată în fig, 15.4, *c* unde $A = 1{,}2$ m, $B = 1$ m, $h_1 = 0{,}3$ m, $h_2 = 0{,}4$ m, $a = 0{,}4$ m, $b = 0{,}3$ m, pămînt argilos.

Rezistența de dispersie a prizei halei la:

$$V = 1{,}2\cdot1\cdot0{,}3 + 0{,}4(0{,}4\cdot0{,}3 + 1{,}2\cdot1 + \sqrt{0{,}12\cdot1{,}2})/3 = 0{,}53\ \mathrm{m}^3;$$

$$r_{pv} = 0{,}25\cdot80\cdot\sqrt[3]{0{,}53} = 16{,}176\ \Omega;\ n_v = 15 \rightarrow u = 0{,}5;$$

$$R_{pv} = 16{,}176/(0{,}5\cdot15) = 2{,}157 < 10\ \Omega.$$

Rezistența echivalentă a instalației de legare la pămînt:

$$R_p = 1/[(1/3{,}6) + (1/1{,}5) + (1/4{,}1) + (1/5{,}4) + [(1/2{,}157)] = 0{,}544\ \Omega.$$

Exemplul de calcul 15.2. Să se calculeze secțiunea conductoarelor de legare la pămînt ale instalației stației de primire 4a din fig. 15.4, *a*, cunoscînd datele de calcul din exemplul **9.8** pentru SC și că $t_{pr} = 1$s, $t_d = 0{,}09$ s.

$$I_{k2} = 6/(2\cdot0{,}24) = 12{,}5\ \mathrm{kA};\ t_f = 1 + 0{,}09 = 1{,}09\ \mathrm{s};$$

Pentru conductoarele de legare la pămînt pozate în contur închis, respectiv deschis:

$$s_{ci} = 12\,500\sqrt{1{,}09}/(2\cdot 70) = 93 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{OL } 25 \times 4 \text{ mm}^2;$$

$$s_{sd} = 12\,500\sqrt{1{,}09}/70 = 186 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{OL } 40 \times 5 \text{ mm}^2.$$

15.2.4. *Măsurarea rezistenței de dispersie și verificarea instalațiilor de legare la pămînt*

Măsurarea rezistenței de dispersie a prizelor de pămînt se face conform schemei din fig. 15.4, *d*, în care priza sondă R_s se plantează prin încercări în zona de potențial nul (neinfluențat de potențialul prizei de măsurat R_p și al prizei auxiliare R_a prin care se închide curentul de măsurat). Măsurătorile se fac în c.a. și numai după scoaterea de sub tensiune a echipamentelor legate la priza de pămînt. R_p se determină cu relația (în ohmi):

$$R_p = U_p/I_p = U_v(1 + R_s/r_v)/I_p, \qquad (15.9)$$

unde: U_v este indicația voltmetrului, V; r_v — rezistența interioară a voltmetrului, Ω; I_p — curentul măsurat, A; R_s — rezistența de dispersie a sondei, Ω.

Verificarea instalației de legare la pămînt:

- La recepție și darea în exploatare: primirea documentației tehnice a instalației (planurile și schemele de execuție, procesul-verbal de lucrări ascunse cu specificarea asigurării continuității electrice, buletinele de verificări și procesul-verbal de recepție); verificarea execuției (legături eficiente între prizele naturale și cele artificiale și între conductoarele instalației și priză sau/și carcasele protejate, starea conductoarelor, îmbinărilor și prinderilor — prin sondaj și dezgropare a numărului de electrozi stabilit prin norme departamentale); măsurarea rezistenței de dispersie și a tensiunilor de atingere și de pas;

- În exploatare: verificarea periodică și ocazională a legăturilor, gradului de corodare a electrozilor (prin dezgroparea celor din zonele de îmbinare; se înlocuiesc cînd grosimea s-a redus cu 1/3), rezistenței de dispersie (v. sus).

15.3. Instalații de legare la nul de protecție

15.3.1. *Mod de realizare*

Instalațiile de legare la nul de protecție constau din legarea directă sau în cascadă (prin intermediul bornelor sau barelor de nul ale tablourilor de distribuție) a nulului sursei de alimentare (transformator sau generator) cu carcasele metalice ale receptoarelor cu tensiuni periculoase. Pînă la ultimul tablou de distribuție cu borna sau bara de nul legate la pămînt, se admite conductor comun de nul de protecție și de lucru (simbol *PEN*); mai departe, spre receptor, nulul de protecție (simbol *PE*) trebuie să fie strict separat galvanic de nulul de lucru (simbol *N*).

Rețeaua de nul de protecție a unei instalații are implicit o instalație de legare la pămînt la care se leagă (v. fig. 15.5, *a*): 1) la sursă — R_{p0}, 2) la toate tablourile de distribuție și la capetele, derivațiile și alte puncte ale LEA astfel ca între ele să nu fie mai mult de 1 km — R_{p1}. Execuția instalației de legare la pămînt — v. § 15.2 (rezistența de dispersie — pag. 578; 579).

Cînd: 1) nu-i asigurată deconectarea echipamentului defect în maximum 3 s, 2) conductorul de nul este din Al (v. § 15.3.2), 3) locul de muncă nu este puțin periculos (v. § 1.3.5), se ia una din măsurile suplimentare de protecție: legarea la pămînt — R_{p2} — fig. 15.5, *a*, egalizarea potențialelor sau izolarea amplasamentului în zona de manipulare, *PACD* sau *PATA* (v. § 15.1.1). Excepții: 1) stîlpii metalici sau din beton armat cu corpuri de iluminat alimentate prin cablu, dacă bara de nul a cutiei de distribuție de pe stîlp are borne separate pentru *N*, *PE* și conductorul de legare la armătura metalică a stîlpului și dacă conductorul *PEN* ál cablului este legat la capetele liniei și ramificațiilor la o instalație de legare la pămînt cu $R_p = 4\ \Omega$; 2) stîlpii LEA la care elementele de protejat se leagă printr-un conductor separat de ramificație la conductorul de nul al LEA sau la care *N — echipament* se leagă la *N — LEA*; 3) corpurile de iluminat — v. § 15.1.2). Utilajele portabile nu se leagă la pămînt (legarea lor la *PE* se face prin cablul de alimentare) dar se exploatează numai

cu mijloace individuale de protecție (mînuși, cizme sau covoare electroizolante) sau se egalizează potențialele amplasamentului cu conductor flexibil din cupru de minimum 6 mm².

În circuitul *PEN* sau *PE* este interzisă montarea siguranțelor fuzibile sau a aparatelor de comutare (admis numai conectare prin prize cu contact de nul de protecție special construite).

Funcție de avantajele economice, receptoarele alimentate din aceeași sursă (trafo, generator) pot avea ca protecție principală unele legarea la nul, altele legarea la pămînt, dar utilizînd aceeași instalație de legare la pămînt.

IMPORTANT ! Pentru executarea legăturilor de protecție utilajul sau echipamentul respectiv va avea pe carcasă 2 borne *PE* marcate ⏚ : una în interior lîngă bornele de alimentare pentru legarea conductorului de la sursă, alta în exterior. Învelișurile și tuburile metalice ale conductoarelor coloanelor și circuitelor se leagă atît la plecare cît și la sosire la borna *PE* respectivă. În mediile umede, legăturile se protejează corespunzător.

15.3.2. *Materiale. Secțiuni minime*

Materiale. Obișnuit, conductoare anume destinate din cupru sau oțel, excepțional (la LEA sau cabluri) din aluminiu. Cînd PE sau PEN se montează în înveliș comun cu conductoarele active, este izolat (colorat verde-galben); cînd e separat, poate fi neizolat (barele se marchează cu benzi transversale verzi și galbene late de 15 ... 100 mm).

Cînd este posibil: construcția metalică a clădirilor și instalațiilor tehnologice cu îndeplinirea condițiilor de secțiune echivalentă (v. jos) și continuitate electrică; mantalele de plumb sau aluminiu ale cablurilor pentru completarea secțiunii *PE*(*PEN*), dacă e justificat economic și dacă se asigură continuitatea prin șuntarea manșoanelor și întreruperilor.

Secțiunea minimă a PEN(PE) trebuie să asigure

$$I_d \geqslant k_{JT} I_{pr}, \qquad (15.8)$$

unde: k_{JT} — (15.2), iar I_{pr} este curentul nominal al siguranței fuzibile sau cel reglat pe releul maximal al întreruptorului automat.

Cu excepția receptoarelor de pe șantierele de CM (v. § 15.3.4), condiția (15.8) se consideră satisfăcută dacă *PEN*(*PE*):

• Din același material ca și conductoarele de fază 1 — în înveliș comun sau 2 — la LEA (v. și § 16.1.2), au secțiunea:

s_F, mm²		1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150
$s_{PEN(PE)}$ mm²	1	1,5	2,5	4	6	10	16	16	16	25	35	50	70	70
	2	—	—	4	6	10	16	25	35	50	50	70	70	95

s_F,	185	240	300	400	peste 400
1	95	120	150	185	0,5 s_F
2	95	120	150	185	0,5 s_F

• Din cupru, pentru legarea la bara *PEN*(*PE*) a carcaselor metalice ale aparatelor din tablourile electrice, cînd nu sînt asigurate la montaj contacte electrice de rezistență neglijabilă (prin sudură, șurub cu șaibă elastică cu dinți sau pe suprafețe pregătite special) au secțiunea:

I_F, A	6÷16	25	32	40÷63	80÷100	125÷160	200÷250	315	400÷630
s_{PE}, mm²	CP	2,5	4	6	10	16	25	35	50

(*CP* — conductor principal; pentru $I_F > 800$ A $\rightarrow s_{PE} = 70$ mm²).

15.3.3. *Verificarea instalațiilor de legare la nul de protecție*

Înainte de darea în exploatare se verifică:

• Vizual, existența și execuția corectă a conductoarelor de protecție (instalare și protejare îngrijită, marcaj, legături corecte la tablouri și utilaje, asigurarea continuității electrice și a secțiunilor echivalente);

• Corecta aplicare a măsurilor suplimentare de protecție;

• Alegerea și dimensionarea juste a protecțiilor de curent prin verificarea condiției (15.8) cu ajutorul montajului desenat punctat în fig. 15.5, *a* unde: se citește U_E (cu S_u și S_v deschise), U_{EI} (cu S_u și, dacă nu rezultă o valoare simțitor mai mică decît U_E, și cu S_v închise) și I și se calculează:

$$I_d = IU_E/(U_E - U_{EI}) \tag{15.9}$$

care trebuie să satisfacă condiția (15.8).

15.3.4. *Cazuri particulare*

Legarea la nul de protecție pe șantiere. Rețeaua de nul se leagă la extremități, ramificații și pe traseu la intervale de maximum 200 m la prize locale de maximum 10 Ω, legate între ele. Rezistența echivalentă a întregii instalații de legare la pămînt, măsurată cu nulul deconectat de sursă, ca și rezistența electrică a prizei de pămînt la care se leagă neutrul sursei (v. fig. 15.5, *b*) trebuie să aibă fiecare maxim 4 Ω. Drept prize locale pot fi folosite obiecte metalice în contact cu pămîntul (fig. 15.5, *b*) cu îndeplinirea condițiilor de secțiune și continuitate.

De la tablourile de distribuție la utilaje se fac legături duble de protecție: una normală, din interiorul cutiei de borne a utilajului cu *PE* din cablul de alimentare, alta suplimentară, din exteriorul carcasei cu conductor din Cu-25/10 mm^2 sau OL-70/50 mm^2 neprotejat/protejat în tub sau prin îngropare.

Legarea la nul de protecție a utilajelor de ridicat pe căi de rulare. La utilajele alimentate prin linii de contact, drept conductor principal de protecție se folosesc șinele căilor de rulare unde:

• Se asigură continuitatea electrică prin șuntarea joantelor dintre șine și legarea între ele a capetelor căilor prin conductor OL cu $s \geqslant 100$ mm^2;

• Se leagă la șină conductorul *PE* prin șurub cu piuliță asigurată contra deșurubării accidentale;

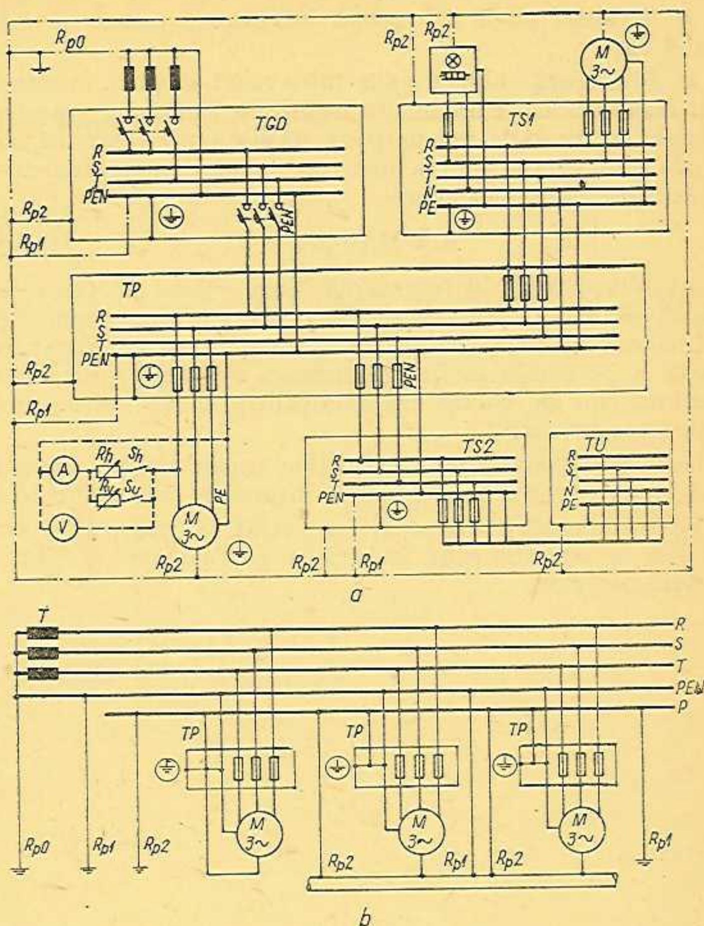


Fig. 15.5. Scheme de principiu pentru instalații de legare la nul de protecție:

a — instalație de întreprindere industrială (v. § 15.3.1); *T* — transformator cu neutrul legat la pămînt, *TGD* — tablou general de distribuție, *TS1*, *TS2* — tablou secundar de distribuție, *TP* — tablou principal de distribuție, *TU* — tablou electric pe utilaj, R_{p0}, R_{p1}, R_{p2} — instalație de legare la pămînt a rețelei de nul (v. text), *R*, *S*, *T* — conductoare de fază, *PEN*, *PE*, *N* — v. text (cu linie întreruptă s-a desenat schema verificării eficienții protecției — v. § 15.3.3); *b* — instalații de șantier: *T*, *TP* — v. sus; $R_{p0} \leqslant 4\ \Omega$ — priza de pămînt a sursei, $R_{p1} \leqslant 10\ \Omega$ — prize de pămînt locale la care se leagă rețeaua de nul, *P* — rețea generală de legare la pămînt suplimentară cu $R_p \leqslant 4\ \Omega$ cu prize locale R_{p2};

• Se leagă șinele la o priză de pămînt vecină de maxim 4 Ω;

• Se asigură contact sigur între roată și șină, eventual prin dispozitiv de curățire (în locuri cu depuneri); pentru utilajele cu timp de repaus peste 10 zile sau cu sarcină nominală sub 1 t se va lua una din măsurile: 1) dispozitiv de curățire care să asigure

$$R_c \leqslant 24/(k_{JT} I_d), \qquad (15.10)$$

k_{JT}, I_d — v. (15.8); 2) montarea unui releu de protecție care să acționeze la curenți de defect; 3) montarea unui *PE* suplimentar (al patrulea) sub conductoarele active, legat la capete și pe traseu la fiecare tronson al șinelor (utilizarea culegătoarelor de curent tip rolă pentru contactul de protecție este interzisă).

La utilajele alimentate prin cablu trenat sau pe tambur (v. § 11.3.4), conductorul *PE* este încorporat în acest cablu.

Echipamentul de pe utilaj este legat la nul prin masa metalică a acestuia prin asigurarea contactelor și continuității necesare.

16. REȚELE ELECTRICE

16.1. Condiții generale privind utilizarea materialelor

16.1.1. *Materialul conductoarelor*

De regulă se utilizează aluminiul. Excepții în care se utilizează cuprul (Decret 222/1977):

— în medii în care aluminiul nu este stabil chimic (v. § 1.5), numai dacă nu se poate asigura etanșeitatea instalației;

— în medii cu pericol de explozie, în cazurile specificate de prescripțiile specifice în vigoare;

— la circuitele receptoarelor de importanță deosebită, pentru secțiuni mai mici de 10 mm² — Al (pompele de incendiu, receptoarele de siguranță din centralele electrice etc.);

— la circuitele de comandă, automatizare, măsură și semnalizare, cu excepția celor cu comandă locală necuprinse în sistemul de automatizare respectiv (vane, ventile, clapete) precum și a circuitelor cu secțiuni sub 10 mm² pentru alimentarea tablourilor acestor instalații;

— în instalațiile de pe utilaje mobile sau supuse șocurilor și vibrațiilor permanente transmisibile cablurilor;

— pentru protecția prin legare la nul sau la pămînt, cînd nu poate fi utilizat oțelul sau aluminiul.

16.1.2. *Secțiuni minime în folosirea conductoarelor*

Destinația conductorului		s_{min}, mm²	
		Cu	Al
Conductoare izolate protejate în tub		1,5	2,5
În interiorul corpului de iluminat		0,75	–
În instalații aeriene interioare cu distanță între izolatoare:	1 ... 2 m	1,5	1,4
	2 ... 6 m	2,5	6
	16 ... 15 m	4	10
	15 m	6	16
Coloane electrice (la tablouri de distribuție)		2,5	4
Alimentarea firmelor cu gaze rarefiate		2,5	4
Legătura contor – tablou în locuințe 220/120 V		4/10	6/16
Instalații mononul:	conductor fază	1,5	2,5
	conductor nul (comun)	2,5	2,5
	contor-tablou	2,5	4
Circuite secundare reductoare de curent		2,5	–
Legături în tablouri: lipite/cleme sau borne		0,5/0,75	–/2,5
Racord receptoare mobile:	pînă la 6 A	0,75	–
	6 ... 10 A	1	–
	10 ... 16 A	1,5	–
	16 ... 25 A	2,5	–
	25 ... 32 A	4	–
	32 ... 40 A	6	–
	40 ... 63 A	10	–
Conductoarele de nul de protecție		v. § 15.3.2	
Cabluri Al în medii cu pericol de explozie:			
– catg. E II a, PC		–	4
– rest		–	10
Pentru LEA		v. § 16.2.1	

16.1.3. *Secțiunea economică a conductoarelor*

Obligativitatea calculului. Pentru LEA ⩽ 110 kV și LEC ⩽ 20 kV. Excepții: legăturile scurte la receptoarele de JT, (sub 50m) sau MT (sub 100 m), barele și derivațiile scurte din stații și posturi trafo, circuitele trifazate

pentru rezistențe și reostate de pornire și similare, rețelele cu o durată sub 3 ani.

Sarcina maximă de calcul. Funcție de evoluția ei în timp;

- Sarcina maximă rămîne constantă în timp:

$$I_M = I_c, \tag{16.1}$$

unde I_c este curentul de calcul determinat după caz, conform §§ 9.4.1 ... 9.4.4, 11.3.1, 11.3.2, 12.3.1, 12.3.2;

- Sarcina maximă definitivă se atinge într-o perioadă $t_r \leqslant 9$ ani de la primul an de funcționare, crescînd cu o rată medie anuală r față de sarcina maximă a primului an I_{M1}:

$$I_M = k_r I_{M1}, \tag{16.2}$$

unde k_r se determină din tabelul următor:

r, %	k_r pentru t_r								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1,01	1,02	1,03	1,03	1,04	1,05	1,05	1,06	1,06
2	1,02	1,04	1,05	1,07	1,08	1,09	1,11	1,12	1,13
3	1,03	1,05	1,08	1,10	1,12	1,15	1,17	1,19	1,20
4	1,04	1,07	1,11	1,14	1,17	1,20	1,23	1,26	1,28
5	1,05	1,09	1,13	1,18	1,22	1,26	1,30	1,33	1,37
6	1,06	1,11	1,16	1,21	1,27	1,32	1,37	1,42	1,46
7	1,06	1,13	1,19	1,25	1,32	1,38	1,44	1,50	1,57
8	1,07	1,15	1,22	1,29	1,37	1,44	1,52	1,60	1,68
9	1,08	1,17	1,25	1,34	1,42	1,51	1,61	1,70	1,79
10	1,09	1,19	1,28	1,38	1,48	1,59	1,69	1,81	1,92
11	1,10	1,21	1,31	1,43	1,54	1,66	1,79	1,92	2,06
12	1,11	1,23	1,35	1,47	1,60	1,74	1,89	1,04	2,21
13	1,12	1,25	1,38	1,52	1,67	1,83	2,00	2,18	2,37
14	1,13	1,27	1,41	1,57	1,73	1,91	2,11	2,31	2,54
15	1,14	1,29	1,45	1,62	1,80	2,01	2,22	2,46	2,72
16	1,15	1,31	1,48	1,67	1,88	2,10	2,35	2,62	2,92
17	1,16	1,33	1,52	1,72	1,95	2,20	2,48	2,79	3,13
18	1,17	1,35	1,55	1,78	2,03	2,31	2,62	2,79	3,36
19	1,18	1,37	1,59	1,83	2,11	2,41	2,76	3,16	3,60
20	1,18	1,39	1,62	1,89	2,19	2,53	2,92	3,36	3,86

• Sarcina maximă definitivă se atinge ca în cazul precedent, dar în unul din cei 9 ani apare în plus o creștere suplimentară planificată I_p:

$$I_M = k_{rs} I_{M1}, \tag{16.3}$$

unde k_{rs} se determină din tabelul următor:

$r\%$	$\frac{I_p}{I_{M1}}$	k_{rs} pentru t_s								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0,0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0	0,5	1,47	1,43	1,40	1,37	1,32	1,32	1,29	1,27	1,25
0	1,0	1,94	1,88	1,82	1,77	1,71	1,66	1,62	1,57	1,53
0	1,5	2,41	2,33	2,25	2,17	2,09	2,02	1,96	1,89	1,83
0	2,0	2,89	2,78	2,68	2,58	2,48	2,30	2,39	2,22	2,14
0	2,5	3,37	3,24	3,11	2,99	2,87	2,76	2,65	2,55	2,45
0	3,0	3,84	3,69	3,54	3,40	3,27	3,14	3,01	2,89	2,77
2	0,0	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13
2	0,5	1,60	1,57	1,54	1,51	1,48	1,46	1,43	1,41	1,39
2	1,0	2,07	2,01	1,96	1,91	1,85	1,81	1,76	1,71	1,67
2	1,5	2,54	2,46	2,39	2,31	2,24	2,17	2,10	2,03	1,97
2	2,0	3,02	2,92	2,82	2,72	2,63	2,53	2,45	2,36	2,28
2	2,5	3,50	3,37	3,25	3,13	3,02	2,91	2,80	2,69	2,59
2	3,0	3,98	3,83	3,69	3,55	3,41	3,28	3,15	3,03	2,91
4	0,0	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28
4	0,5	1,75	1,72	1,70	1,67	1,64	1,62	1,59	1,57	1,55
4	1,0	2,22	2,17	2,12	2,07	2,02	1,97	1,92	1,88	1,83
4	1,5	2,70	2,62	2,55	2,47	2,40	2,33	2,26	2,20	2,13
4	2,0	3,17	3,08	2,98	2,88	2,79	2,70	2,61	2,53	2,44
4	2,5	3,65	3,53	3,41	3,30	3,18	3,07	2,97	2,86	2,76
4	3,0	4,13	3,99	3,85	3,71	3,58	3,45	3,32	3,20	3,07
6	0,0	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46
6	0,5	1,93	1,91	1,88	1,85	1,83	1,81	1,78	1,76	1,73
6	1,0	2,40	2,35	2,30	2,26	2,21	2,15	2,11	2,07	2,02
6	1,5	2,88	2,80	2,73	2,66	2,59	2,52	2,46	2,39	2,32
6	2,0	3,35	3,26	3,16	3,07	2,98	2,89	2,81	2,72	2,63
6	2,5	3,83	3,71	3,60	3,49	3,38	3,27	3,16	3,05	2,95
6	3,0	4,31	4,17	4,03	3,90	3,77	3,64	3,51	3,39	3,26
8	0,0	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68
8	0,5	2,14	2,12	2,09	2,07	2,05	2,02	2,00	1,97	1,95
8	1,0	2,61	2,56	2,52	2,47	2,43	2,38	2,33	2,29	2,24
8	1,5	3,08	3,02	2,95	2,88	2,81	2,75	2,68	2,61	2,54

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
8	2,0	3,56	3,47	3,38	3,29	3,20	3,12	3,03	2,94	2,85
8	2,5	4,03	3,92	3,81	3,70	3,60	3,49	3,38	3,27	3,17
8	3,0	4,51	4,38	4,25	4,12	3,99	3,86	3,74	3,61	3,49
10	0,0	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92
10	0,5	2,38	2,36	2,34	2,32	2,30	2,27	2,25	2,23	2,20
10	1,0	2,85	2,81	2,77	2,72	2,68	2,63	2,59	2,54	2,50
10	1,5	3,32	3,26	3,20	3,13	3,07	3,00	2,94	2,87	2,80
10	2,0	3,80	3,71	3,63	3,54	3,46	3,37	3,29	3,20	3,11
10	2,5	4,27	4,17	4,06	3,96	3,85	3,75	3,64	3,53	3,42
10	3,0	4,75	4,62	4,50	4,37	4,25	4,12	3,99	3,87	3,74

Funcție de configurația rețelei:

— Pentru linii radiale cu secțiune constantă, de lungime L, care alimentează n sarcini în derivație:

$$I_{Mc} = \sqrt{(I_1^2 l_1 + I_2^2 l_2 + \dots + I_n^2 l_n)/L}\,. \qquad (16.4)$$

— Pentru linii radiale de JT la care se pot stabili inițial numai raportul l_1/L:

$$I_{Mc} = k_d I_{M1}, \qquad (16.5)$$

unde k_d are valorile

l_1/L	0	0,15	0,3	0,4	0,5	1
k_d	0,60	0,65	0,7	0,75	0,8	1

— Pentru linii radiale cu secțiune variabilă se calculează pentru fiecare tronson sau grup de tronsoane.

În relațiile de sus, $I_1 \dots I_n$, $l_1 \dots l_n$ sînt curenții, respectiv lungimile între punctele de derivație.

Secțiunea economică și numărul de conductoare:

$$s_{ec} = k_c I_M / j_{ec}; \text{ cînd } s_{ec} > s_{cM} \rightarrow N_c = s_{ec}/(k_j s_{cM}), \qquad (16.6)$$

unde: k_c — coeficient de corecție funcție de costul tonei de combustibil marginal normat la momentul proiectării (la data redactării C = 2 000 lei/tcc) relații de calcul:

$k_c = 1 - 0{,}015(2000 - C)/100$ pentru $C \leqslant 2000$ lei/tcc;
$k_c = 1 + 0{,}010(C - 2000)/100$ pentru $C > 2000$ lei/tcc;

s_{cM} — secțiunea maximă produsă a conductorului;

k_j — coeficient de creștere al j_{ec} — secțiunii economice de curent, conform tabelului:

Caracteristicile liniei	j_{ec} în A/mm² pentru T în h/an:							k_j	s_{cM} mm²
	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000		
LEA-Al									
JT 3 conductoare	0,67	0,53	0,45	0,38	0,32	0,28	0,25	2,12	95
JT 4 conductoare	0,78	0,63	0,52	0,44	0,38	0,33	0,29	1,93	95
Idem, torsadate	0,65	0,52	0,43	0,36	0,31	0,27	0,24	2,05	95
MT-20 kV OL-Al	0,76	0,61	0,51	0,43	0,37	0,32	0,29	1,84	120
IT-110 kV OL-Al	0,79	0,67	0,57	0,50	0,43	0,38	0,34	2,10	300
LEA-Cu									
JT 3 conductoare	2,23	1,75	1,42	1,18	1,01	0,88	0,78	1,37	70
JT 4 conductoare	2,57	2,02	1,64	1,37	1,17	1,02	0,90	1,30	70
MT-20 kV	2,48	2,02	1,68	1,42	1,22	1,07	0,95	1,41	70
IT-110 kV	2,57	2,13	1,78	1,52	1.31	1,15	1,03	1,30	300
LEC-Al, izolație:									
JT-hîrtie	0,97	0,79	0,65	0,55	0,47	0,41	0,37	1,28	240
JT-sintetică	0,85	0,69	0,57	0,48	0,41	0,36	0,32	1,27	240
6 kV-sintetică	0,91	0,76	0,65	0,55	0,48	0,43	0,38	1,49	240
10 kV-idem	1,24	1,04	0,88	0,75	0,66	0,58	0,52	1,47	150
20 kV -idem	1,20	1,01	0,85	0,73	0,64	0,56	0,50	1,91	150
LEC-Cu, izolație:									
JT-hîrtie	2,35	1,85	1,50	1,25	1,07	0,93	0,82	1,17	150
JT-sintetică	2,31	1,81	1,47	1,22	1,05	0,91	0,81	1,11	185
6 kV-hîrtie	2,42	1,98	1,64	1,39	1,20	1,05	0,93	1,28	150
20 kV-hîrtie	2,42	1,98	1,64	1,39	1,20	1,05	0,93	1,31	150

Valorile deduse se rotunjesc în plus sau minus la cea mai apropiată valoare, exceptînd cazurile cînd:

$N_c \leqslant 1{,}41$ — se alege $N_c = 1$;

$1{,}41 < N_c < 2{,}5$ — se alege $N_c = 2$.

Exemplul de calcul 16.1. Secțiunea economică pentru o LEC cu cablu ACYHSY 6 kV cu I_{M1} = 100 A constant în timp și T = 3600 h/an.

Din tabele: $j_{ec} = 0,59$ A/mm², $k_j = 1,49$, $s_{cM} = 240$ mm². Rezultă:

$s_{ec} = 1 \cdot 100/0,59 = 169$ mm² – se alege *1 × ACYHSY 6 kV – 3 × 185 mm²*.

Exemplul de calcul 16.2. Idem, cu sarcina crescînd în primii 6 ani cu r = 15% și apoi rămînînd constantă.

$s_{ec} = 2,01 \cdot 100/0,59 = 340$ mm²; $N_c = 340/(1,49 \cdot 240) = 0,76 < 1,41$ – deci $N_c = 1$. Se alege *1×ACYHSY 6 kV – 3 × 240 mm²*.

16.2. Linii electrice aeriene

16.2.1. *Condiții de calcul*

Condiții climatice	Factori climatici		≤ 1			3 ... 110			
	Tensiunea nominală, kV		≤ 1			3 ... 110			
	Zona (fig. 16.1, 16.2)		I	II	Munte	Ia	Ib	II	Munte
	Temperatura, °C	maximă	+40	+40	+30	+40	+40	+40	+40
		minimă	−20	−20	−20	−30	−30	−30	−30
		medie	—	—	—	+15	+15	+15	+10
		de chiciură	−5	−5	−5	−5	−5	−5	−5
	Viteză vînt	maximă	20	20	25	35	30	27	40
		cu chiciură	12	8	13	20	15	13	20
	Grosime chiciură, mm		10	8	13	23	17	13	25

Presiunea dinamică a vîntului, daN/m³ — Relația de calcul: $p = k_p v^2/16$, unde

k_p	1	1,4	1,7	1,9
H_s, m	≤30	30...50	50...75	75...100

	U_n, kV	Denumirea încărcăturii		Relații de calcul
Încărcări	⩽ 1	Forță vînt, daN	pe stîlp și conductor	$F = kpS \sin \varphi$
	> 1		pe stîlp pe conductor pe izolator	$F = k_s p S_s$ $F = \alpha k_c d p l_d \sin \varphi \cdot 10^{-3}$ $F = k_i p S_i$
		Greutatea chiciurii, daN		$G_{ch} = \pi b l_d (d_c + b) \gamma_{ch} 10^{-3}$

		Specificație	a	b	c	d	e	f	g
Condiții climatice	Ipoteze de încărcare	Temperatură Vînt Chiciură	minimă lipsă lipsă	medie lipsă lipsă	medie 10 m/s lipsă	medie maxim lipsă	maximă lipsă lipsă	−5% lipsă depuneri	−5% chiciură depuneri

Condiții de material — conductoare	Materiale — v. § 2.1.1		Al	Alcoro	OL-A	OL-B	OL-C	Cu
	s_{mad}, mm²		35	35	16	16	16	16
	U_n, kV	σ_{rad}	Ipotezele de încărcare meteorologică					
	⩽ 1	0,50 σ_r	Indiferent de situație					
	> 1	0,50 σ_r	Ipotezele a, g (v. sus) cînd $b \leqslant 35$ mm					
		0,65 σ_r	Ipotezele a, g (v. sus) cînd $b > 35$ mm					
		0,25 σ_r	Cu antivibratori și deschideri sub 120 m					
		0,18 σ_r	Fără antivibratori, cu deschideri peste 120 m					

16.2.1. *(continuare)*

Condiții de material — Izolatoare

Nivele de izolație		U_n, kV	1	6	10	20	35	110	220	440
	Tensiunea de trecere, kV	la $f = 50$ Hz la impuls	10 20	27 60	35 75	55 125	85 195	230 550	460 1095	740 1600
		La altitudini peste 1 000 m, valorile se majorează cu 1,4% pentru fiecare 100 m în plus								

Nivele de izolație	Poluarea zonei	I	II	III	IV
Linia de fugă specifică cm/V	LEA 1 ... 35 kV LEA 110 kV	1,55 1,70	2,0 2,6	2,7 3,5	3,6 4,0
La LEA cu $U_n < 110$ kV se iau valorile pentru 110 kV, dar se utilizează armături de protecție împotriva arcului					

Coeficienți de siguranță mecanică	Regim funcționare	Izolatoare suport	Izolatoare de suspensie tip: capă-tijă	Izolatoare de suspensie tip: tijă inimă plină
	Normal Avarie	2,0 1,5	2,5 2,0	2,5 2,0

Condiții de material — Cleme și armături		
	Cleme de întindere și înnădire	0,90 σ_r conductor
	Rest cleme și armături în regim: normal de avarie	0,40 σ_r material piesă 0,50 σ_r material piesă
	Suporturi izolatoare, tije prelungitoare, piese speciale etc.	v. valorile date mai jos pentru stîlpi metalici

Condiții de material — stîlpi lemn

Rezistența admisibilă, daN/cm² — Stîlpi brad

Regim	σ_{ai}	σ_{at}	σ_{ac}	σ_{as}	$\sigma_{ac\perp}$	$\sigma_{as\perp}$	τ_{ai}	$\tau_{a\perp}$	τ_a	τ'_a	$\tau_{v\alpha}$	$\tau'_{a\alpha}$
	σ_a				$\sigma_{v\perp}$		τ					
Regim normal	100	70	100	100	15	25	20	45	10	5	5	5
Avarie	Valorile regimului normal înmulțite cu 1,4											
Montaj	Valorile regimului normal înmulțite cu 1,3											

Coeficienți de corecție pentru alte specii de lemn	Specificație	σ_a	$\sigma_{a\perp}$	τ
	Stejar, salcîm	1,3	2,0	1,6
	Fag, ulm, frasin	1,1	1,6	1,3
	Anin, plop	0,8	1,0	0,8

Coeficient de sveltețe $\lambda = L/i$ pentru elemente:	principale	secundare	idem fără efort
	1,50	1,75	2,00

Alte condiții	Diametru minim 16 cm; slăbirea secțiunii maxim 30%; îmbinare fără încastrări (cu pene, buloane Ø 16 ... 24 mm)

Condiții materiale — Stîlpi de beton

Condiții de fabricație	Prefabricați în unități specializate. Calculați prin metoda stărilor limită (STAS 10102-75). Beton marca minim B400. Armătură longitudinală OL-beton PC52, PC50; armătura transversală OL37; armături pretensionate, OL STAS 438/2-80. Legarea la pămînt asigurată.

Coeficient de supraîncărcare

Încărcarea		k	Încărcarea		k
Greutatea proprie LEA		1,1	Vînt pe conductoare, chiciură	nu	1,3
Greutate chiciură		2,0		da	1,4
Vînt pe stîlp:	fără chiciură	1,3	Tracțiune conductoare, chiciură	da	1,3
	cu chiciură	1,4		nu	1,4

Condiții de material – Stîlpi metalici (numai la LEA 110 kV)	Condiții construcție	Calculul profilelor prin metoda rezistențelor admisibile; al cablurilor, prin metoda la rupere. Material admis OL37 și OL52. Șuruburi STAS 2700. Electrozi STAS 1125, conform proiectului.							
	Rezistențe admisibile, daN/cm²	Elementele liniei aeriene		Solicitarea		OL37, seria		OL52, seria	
				Denumirea	Simbol	I	II	I	II
		Zăbrele		Compresiune	σ_{ac}	1600	2000	2300	2900
				Întindere	σ_{at}	1600	2000	2300	2900
				Încovoiere	σ_{ai}	1600	1600	2300	2900
				Forfecare	τ_a	1300	1300	1800	2300
		Cordoane sudură în:	adîncime	Compresiune	σ_{as}	1600	2000	2300	2900
				Întindere	σ_{ast}	1300	1600	1800	2300
				Forfecare	τ_{as}	1100	1300	1500	1900
			relief	Forfecare	τ_{as}	1000	1300	1500	1900
		Șuruburi	păsuite	Forfecare	τ_a	1300	1600	1500	1800
				Presiune/gaură	σ_{ag}	3200	4000	3600	4200

16.2.1. *(continuare)*

Condiții de material — Stîlpi metalici (numai la LEA 110 kV)	Rezistențe admisibile, daN/cm²	Șuruburi	nepăsuite	Forfecare Presiune/gaură	σ_a σ_{ag}	1100 2200	1300 2800	1300 3000	1500 3600
			tirant	Întindere	σ_{at}	1200	1400	1400	1600
		Utilizare: seria I — regim normal; seria II — regim avarie; seria I + 15% — montaj							
	Coeficienți de siguranță pentru verificarea cablurilor pentru ancorarea stîlpilor, regim:							normal avarie	2,5 2,0
	Coeficient de zveltețe $\lambda = L/i$				Montanți, diagonale, tălpi	Alte elemente cu efort	Elemente fără efort	Elemente întindere	
					150	180	250	400	
Condiții de material — Fundații	Coeficienți siguranță	Specificație				$U \leqslant 1$ kV, zone $U > 1$ kV, regim		neclădite normal	clădite avarie
		Fundații încastrate elastic în pămînt	Fundații de greutate					1,3 ... 1,5	—
			burate — stîlpi susținere					2,0	1,8
			beton — stîlpi susținere					1,5	1,3
			beton — stîlpi întindere					1,8	1,5
			beton — stîlpi terminali, de colț					2,0	1,8
			forate-injectate — susținere					1,5	1,3
			traversare rîuri cu eroziune mal, stîlp:	susținere				3,0	2,5
				întindere-terminali				3,5	3,0
	Caracteristicile terenului (normal/slab) la calculul forfecării			Greutate specifică, daN/m³					$\geqslant 1,8/1,7$
				Unghi frecare internă, $\varphi°$					$\geqslant 30/22$
				Presiune admisibilă, daN/m²					$\geqslant 2/1,5$

Ipoteze de calcul pentru conductoare	Săgeata	maximă	minimă	medie
	Încărcarea	ipoteza e, f	ipoteza a	ipoteza b

Ipoteze

Regim	Stîlp susținere, izolator: suport	Stîlp susținere, izolator: suspensie	Stîlp întindere	Stîlp terminal
Normal	N1 ... N7	N1 ... N6	N1 ... N4, N8	N9 ... N12
Avarie	—	A1	A1	A1

Încărcări ipoteze N

Ipoteza	Forțe considerate	Ipoteza	Forțe considerate
N1	$F_{N1} = F_{1d1} + F_{2b} + F_{3b1}$	N7	$F_{N72} = 0{,}5(F_{n1}$ sau $F_{N2})$
N2	$F_{N2} = F_{1g1} + F_{2f} + F_{3f1}$	N8	$F_{N8} = 0{,}3\ F_{3f2}$
N3	$F_{N3} = F_{1d2} + F_{2b} + F_{3b1}$	N9	$F_{N9} = F_{N1} + F_{3b2}$
N4	$F_{N4} = F_{1g2} + F_{2f} + F_{3f1}$	N10	$F_{N10} = F_{N2} + F_{3f2}$
N5	$F_{N5} = F_{1d3} + F_{2b} + F_{3b1}$	N11	$F_{N11} = F_{N3} + F_{3b2}$
N6	$F_{N6} = F_{1g3} + F_{2f} + F_{3f1}$	N12	$F_{N12} = F_{N4} + F_{3f2}$

Încărcări în ipoteza A1

Stîlpi de susținere cu cleme: cu eliberarea conductorului	Stîlpi de susținere cu cleme: cu reținerea conductorului	Stîlpi de întindere sau terminali cu cleme și legături de întindere
$F_a = 25d$	$F_a = 0{,}65\ T_c$	$F_{ap} = T_c$
—	$F_p = 0{,}40\ T_c$	—

Condiții montaj

Verificarea – în ipoteza b de încărcare meteorologică

Greutăți suplimentare considerate la montaj (muncitori, scule etc.)	U, kV	< 110	110 ... 220	400
	daN	100	200	250

	Condiții montaj	Ipoteze montaj	La stîlpii de susținere; montarea conductoarelor se face succesiv iar greutatea lor se consideră dublă la ridicarea pe stîlpi. La stîlpii de întindere sau terminali: indiferent de numărul de conductoare, într-una din deschideri se consideră montate fie un circuit fără conductoarele de protecție, fie două conductoare de protecție fără conductoarele active
Fundații	De greutate		Se calculează la compresiune, smulgere sau răsturnare, fără împingerea laterală a pămîntului
	Încastrate elastic		La răsturnare – prin metoda sovietică și la smulgere – prin metoda Müller Fröhlich.

Semnificația simbolurilor

H_s – înălțimea stîlpului deasupra solului, în m;

k, k_s, k_c, k_i – coeficienți de influență a vitezei vîntului pe lungimea deschiderii (numai k), a ecranării (numai la stîlpii cu zăbrele și la izolatoare), a formei aerodinamice a suprafeții bătute de vînt; valori:

k	conductoare: 0,8; stîlpi cilindrici: 0,7; stîlpi cu fețe plane: 1		
k_s	stîlpi: circulari: 0,7; cu fețe plane pline: 1,4; cu zăbrele: 2,6; cu fețe plane cu elemente circulare: 1,1; spații cu elemente de secțiune orizontală circulară: 2		
k_c	conductoare cu chiciură: 1,2; fără chiciură Ø > 20 mm: 1,1; idem, Ø ⩽ 10 mm: 1,2		
k_i	Lanțuri izolatoare:	Legături simple	Legături duble
	capă – tijă, străpungibile	0,35	0,55
	tijă, nestrăpungibile	0,55	0,80

Notă

α — coeficient de influență pe deschiderea conductorului: la vînt maxim 0,75; la vînt maxim cu chiciură 0,85;

S — suprafața bătută de vînt, în m²;

S_i — aria dreptunghiului (diametrul izolatorului × lungimea lanțului sau înălțimea izolatorului suport), în m²;

S_s — aria proiecției suprafeței plinurilor stîlpilor în plan normal pe direcția vîntului (la stîlpi cu zăbrele numai prima față), în m²;

φ — unghiul dintre direcția vîntului în plan orizontal și axa liniei în °; La LEA ⩽ kV are valorile: 90° în zone protejate, 70° sau 45° în zone protejate prin obstacole sub, respectiv peste înălțimea la conductoare;

d — diametrul de calcul al conductorului, în mm; în ipotezele fără chiciură $d = d_c$, iar în cele cu chiciură, $d = d_c + 2b$;

d_c — diametrul conductorului, în mm;

b — grosimea stratului de chiciură, în mm;

γ_{ch} — greutatea specifică a chiciurii 0,75 daN/dm³;

l_d — lungimea deschiderii conductei, în mm;

s_{mad} — secțiunea minimă admisibilă, în mm²

$\sigma_{ai}, \sigma_{at}, \sigma_{ac}, \sigma_{as}$ — rezistența admisibilă la încovoiere, întindere, compresiune, strivire în lungul fibrelor, în daN/cm²;

$\sigma_{ac\perp}, \sigma_{as\perp}$ — idem, compresiune, strivire normal pe fibre, în daN/cm²;

$\tau_{ai}, \tau_{a\perp}$ — idem la forfecare din încovoiere în lungul fibrelor, respectiv normal pe fibre, în daN/cm²;

$\tau_a, \tau_a', \tau_{ax}, \tau_{ax}'$ — idem la forfecare în planul fibrelor, respectiv longitudinală, transversală, la unghi de înclinare $\alpha < 30°$ sau $\alpha \geqslant 30°$, în daN/cm²;

— Forțele din ipotezele N și A (la stîlpi): *primul indice* — natura forței (*1* — presiune vînt, *2* — greutate elemente LEA, cu acțiune verticală, *3* — tracțiune conductoare); *al doilea indice* — ipoteza de încărcare climatică; *al treilea indice* — direcția de acțiune a forței (*1* — orizontală, pe direcția liniei sau perpendicular pe axa ei; 2 — orizontal, invers ca sus; *3* — la 45° de axa liniei sau bisectoarei unghiului liniei);

F_a, F_p, F_{ap} — forțele în conductoarele active, de protecție, active și de protecție, în daN.

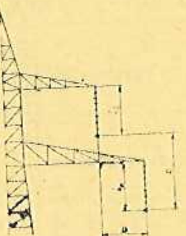


Fig. 16.1. Harta României cu zonele meteorologice pentru dimensionarea LEA ⩽ 1 kV.



Fig. 16.2. Harta României cu zonele meteorologice pentru dimensionarea LEA > 1 kV.

Așezarea conductoarelor



$d = k\sqrt{f_M + l_i} + 0{,}02\,U$ [m], unde:

f_M este săgeata maximă, în m;

l_i – lungimea lanțului de izolatoare (la montaj V sau izolatoare suport $l_i = 0$), în m;

U – tensiunea nominală LEA, în V;

k – coeficient de influență:

Secțiune conductor, mm²			Așezare conductoare ($\geq$ 35 kV/= 35 kV)		
Cu, Bz, OL	Al, Alcoro	OL-Al	Orizontal, k_h	Vertical, k_v	Oricum, k
10÷16	16÷150	16÷70	0,85/0,95	0,65/0,70	$k = k_h + (k_v - k_h) \cdot b^2/(a^2 + b^2)$
25÷35	⊳150	95÷150	0,75/0,85	0,62/0,65	
70÷95	–	185÷300	0,70/0,75	0,60/0,62	
95	–	⊳300	0,70/0,70	0,60/0,60	

16.2.2. *(continuare)*

Între:			Condiții – ipoteze	La tensiune nominală rețea, kV						
				≤1	6	20	35	110	220	400
Distanțe minime	părți sub tensiune și părți legate la pămînt, cm		c d	– –	25 10	25 10	30 15	90 40	180 60	290 100
	faze, cm	pe verticală	zona I zona II	50 50	– –	– –	– –	– –	– –	– –
		pe orizontală	zona I zona II	50 34	– –	– –	– –	– –	– –	– –
		încrucișări pe stîlpi	c d	– –	30 20	40 20	50 30	135 60	250 110	350 180
	conductoare și teren nelocuit, m	neaccidentat	AT GAT	5 4	6 4,5	6 4,5	6 5	6 5	7 6	8 7
		accidentat	AP NAP	4 1	4,5 2,5	4,5 2,5	5 3	5 3	6 4	7 5

Notă: 1. La altitudini peste 1000 m, plus 1% pentru fiecare 100 m. 2. S-au notat: AT, GAT – accesibil, respectiv greu accesibil transportului: AP, NAP – accesibile, respectiv neaccesibile pietonilor.

Lungimi pentru transpuneri de faze, km	U, kV	Un ciclu complet	Două cicluri complete
	110 220	100 150	– 250

16.2.3. *Cazuri speciale*

LEA se consideră față de:		Traversări, încrucișări, treceri — Măsuri siguranță: $U \leqslant 1$ kV	$U > 1$ kV	D_{mv}, m, pentru U, kV: Condiții	$\leqslant 1$	$3 \div 20$	$3 \div 110$	D_{m0}, m: $\leqslant 1$ kV	> 1 kV	Apropieri — Măsuri siguranță	Distanțe minime, m
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Căi ferate	CFE	în cablu	SM, LDI sau LDIS $\theta \leqslant 30°$	f_M	–	3	3	v. $U > 1$ kV	$H_s + 3$ m. Cu aviz MTTc 6 mm cu SIA sau ST 110kV	–	$D \geqslant D_a$
				RC	–	1	1				
	CFe	în cablu		f_M	–	11,5	11,5			$L_a \leqslant 0,8\ L_c$	$d \geqslant D_{ma}$; $D < D_a$ – acord MTTc
				RC	–	9,5	9,5				
	CFP	SM $\theta \leqslant 30°$		f_M	7	7,5	7,5	5		$U < 1$ kV – cu traversare; $U \geqslant 1$ kV interzis	$D < D_{ma}$
				RC	–	6	6				
	CFI	SM $\theta \leqslant 15°$	SM $\theta > 30°$	f_M	6	6,5	7	5			
				RC	–	5,5	6,5				
	CF	la porți gabarit, stații, depouri		f_M, d_M	–	3	3	–	–		
				–	Interzis			–	–		

Drumuri categoria:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	11
I	în afara localităților	v. CFI	v. CFI	f_M RC	6 —	7 5,5	7 5,5	Conform regulamentului circulației în vigoare, dar minim 0,25	19 (6)	—	$D \geqslant D_a$	
II	în afara localităților	v. CFI	v. CFE	f_M EC	6 —	7 5,5	7 5,5	Conform regulamentului circulației în vigoare, dar minim 0,25	16 (5)	$L_a \leqslant$ 0,8 L_c	$d \leqslant D_{ma}$	$D < D_a$
III	în afara localităților	v. CFI	NIM, fără înădiri	f_M RC	6 Nenormat	7 Nenormat	7 Nenormat	Conform regulamentului circulației în vigoare, dar minim 0,25	14 (4)	Ca traversare	$d < D_{ma}$	$D < D_a$
I	în localități	v. CFI	v. CFE	f_M RC	6 —	7 5,5	7 5,5	Conform regulamentului circulației în vigoare, dar minim 0,25	Nenormat	—	$D \geqslant D_a$	
II	în localități	v. CFI	v. CFI	f_M RC	6 —	7 5,5	7 5,5	Conform regulamentului circulației în vigoare, dar minim 0,25	Nenormat	$U \leqslant 1$ kV – ca traversare; $U > 1$ kV – SM-LD sau LDI-s_{cs}	$d > D_{ma}$	$D < D_a$
III	în localități	v. CFI	v. CFE; LEA-LI $\theta \leqslant 30°$	f_M RC	6 Nenormat	7 Nenormat	7 Nenormat	Conform regulamentului circulației în vigoare, dar minim 0,25	Nenormat	$U \leqslant 1$ kV – ca traversare; $U > 1$ kV – SM-LD sau LDI-s_{cs}	$d < D_{ma}$	$D < D_a$
Toate		La porți gabarit	La porți gabarit	f_M, d_M	—	2	3	—	—			

16.2.3. *(continuare)*

1		2	3	4		5	6	7	8	9	10	11
Alte LEA cu:	$U < 1$ kV	LEA cu U mai mare, deasupra; NIM la LEA care traversează. Interzis înnădirea în deschiderea de traversare		$b \leqslant 30$ m		—	2	3	—	3; 5; 7; 10; 2,5; 3; 4; 5 corespunzătoare tensiunilor	Între axele LEA $D \geqslant D_a \rightarrow U = 220$ kV; $D \geqslant 100$ m $\rightarrow U = 400$ kV.	
				$b \leqslant 50$ m		—	2,5	3	—			
				$b \leqslant 70$ m		—	2,5	4	—		Obligat, între extreme, pe orizontală, D_m:	
				$b \leqslant 100$		—	—	4,5	—		$U > 1$ kV	$3-5-10-15$ m
				$b \leqslant 120$		—	—	5	—		$U \leqslant 1$kV	$2-3-5-7$ m
	$U < 1$ kV	LEA cu U mai mare deasupra + SM + + (cînd $U > 1$ kV) LDI sau LDIS		$d_i \leqslant 40$m	RN	0,5	2	3	1,5		Măsuri contra influenței electromagnetice asupra LEA peste 1 kV	
					RC	0,5	1	11	1,5			
				$d_i > 40$m	RN	0,5	2,5	4	1,5			
					RC	0,5	1	1	1,5			
Transport suspendat	Funiculare	Se evită. Obligat: – normal, LEA sus; – SM+LDI sau LDIS – excepțional LEA jos cu protecție		f_M		1,5	3	4		$H_s + 3$	—	$D \geqslant D_a$
				RC		—	1	1	H_s	(R)	$L_d \leqslant 0{,}8\,L_c$	$d \geqslant D_{ma}$; $d < D_a$
	Teleferic	Încrucişările cu LEA interzise									v. traversări	$d \leqslant D_{ma}$

16.2.3. *(continuare)*

	1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Conducte supraterane	FI		SM+LP conductă	SM+LDI sau LDIS +LP conductă	f_M	–	3,5	4	H_s	H_s+3	–	$D \geqslant D_a$
					RC	–	1	1	Obligat, →5m cu acord		$L_d \leqslant$ 0,8 L_c	$d \geqslant D_{ma}$
					RN	3	–	–			v. traversare	$d < D_{ma}$
	GC, PC	M	Se interzic. Obligat, se admit cu acordul organizației administrative și al MAI-CP								–	$D \geqslant D$
											$L_d \leqslant$ 08 L_c	$d \geqslant D_{ma1}$
		D	v. FI	v. FI	F_M, RC	v. FI					SM+ +LDI	$D_{ma} < d < D_{ma2}$
					RN	v. FI					Interzis	$d < D_{ma2}$
Conducte subterane	FI		–	–	–	–	–	–	0,2	2	–	v.D_{ma}
	FC		–	–	–	–	–	–	0,2	5(2)	–	v.D_{ma}
	CG		–	–	–	–	–	–	0,2	H_s(R)	–	v.D_{ma}
	MTTc		–	–	–	–	–	–	0,2	Ac	–	v.D_{ma}
			Armăturile metalice supraterane – v. conducte supraterane									
DICE	DDC		Traversările interzise								–	$H_s + 3$
	RL, DE		Traversările interzise								–	$1,5\,H_s \geqslant \geqslant 20$
	IEPG		Traversările interzise								–	$1,5\,H_s$

16.2.3 *(continuare)*

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10	11
Zone cu circulație frecventă	—	$L_d = 08\ L_{dc}$ LDIS+s_{cm} SMI+LDI	IS LI		— —	7 7	7 7	— —	— —	— —	— —
Culturi pe spaliere, îngrădiri metalice	SM	$L_d = 0{,}8\ L_{dc}$ NIM + s_{cm}	IS	s î	6 1,5	6 3	6 3	— —	— —	— —	— —
		SM+NIM SM + NIM	H	s î	— —	6 1	6 3	— —	— —	— —	— —
Clădiri, locuințe categoria: A, B	Traversările interzise									—	$1{,}5\ H_s \geqslant$ $\geqslant 20$
Clădiri, locuințe categoria: C, D, E	SM	SM+LDI+ +LP acoperiș metalic	f_M	c a	Fig. 16.3	Interzis pentru $U > 110$ kV	4 3	Fig. 16.3	— —	—	$d \geqslant D_a$
			RC	c a			2 3		— —	Interzis	$d < D_a$
Clădiri Nelocuite	—	NIM+INI	f_M		3		3	—	—	—	—

16.2.3. *(continuare)*

1		2	3	4		5	6	7	8	9	10	11
Poduri		SM	V. CF + drumuri circulate	Traversări	f_M d_M	6/2 6/2	7 3	7 3	— —	— —	— Interzis	$d \geq D_a$ $d < D_a$
(Pentru $U = 1$ kV se dă D_{mv} față de: c.f. sau partea carosabilă/orice alt element al construcției)			SM+LDI sau LDIS + SI	Treceri	f_M d_M	2 2	7 3	7 3	— —	— —		
Diguri circulate	rutier	—	Ca la poduri	f_M d_M		6/2 6/2	6 3	6 3	— —	— —	Notă: trecerile nu trebuie să fie în afara limitelor de gabarit c.f. sau zonelor circulabile	
	pedestru	—	—	f_M d_M		5/2 5/2	5 3	5 3	— —	— —		
Ape, cursuri de apă	nenavig. ZL Rets	— —	— —	f_M f_M		— —	7 5	7 5	— —	— —	— —	— —
	navigabile m f rti rtr la	Normal se evită Obligat, SM	SM+LDI sau LDIS + marcaje	f_M f_M f_M f_M f_W		G+1 G+1 G+1 G+1 G+1	G+1 G+1 G+1 G+1 G+1	G+1 G+1 G+1 G+1 G+1	Nenormat	25 20 15 10 20	— — — — —	25 20 15 10 20

1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Linii Tc	aeriene (fig. 16.4)	LEA sus + IC + IL	LEA sus $\theta \geq 30°$ IL + DG	c: n c: i/n c: i c: — $g + t$	1,25 0,6 0,05 — —	— — — 3,5 2 + 0,8	— — — 5 3 + 1	— — 2 — —	— — — $a = 3$ $b = c$	Numai la $U < 1$ kV, la distanțele calculate pentru eliminarea influențelor LTc; contrar, măsurii STAS 832-79	
	subterane	MIM	NIM	—	—	2	2/20	—	20		
Linii tramvai și troleibuze	Tramvai	Numai cînd nu este posibil în cablu subteran NIM + SM. Interzis în zone dens clădite sau intens circulate		Cond. Șină	2 2	3 10	3 10	2 —	3 —	—	—
	Troleibuz			Cond. Cale	3 9	4 10	5 11	2 —	3 —	—	—
	Cablu purtător			—	2	3	3	—	—	—	—
Cabluri subterane		LEA ≤ 1 kV (între fundația stîlpului și cabluri) — $D_m = 0{,}5$ m LEA > 1 kV (între proiecția pe orizontală a conductorului extrem și cabluri): cu neutrul izolat — $Dm = 1$ m; cu neutrul legat la pămînt — $D_m = 5$m									
Aeroport		Traversările interzise									

1	2	3	4	5	6		8	9	10	11
Stații Tc-IF Terenuri sport			Traversările interzise Traversările interzise						Cu acordul părților	
Stîlpi comuni pentru LEA	Admis pentru U_M 20 kV, LEA cu U mai mare sus + LDIS + $\sigma_{ad} = 0{,}4\,\sigma_r$		2 m la $L_d < 40$ m 2,5 m la $L_d \geqslant 40$ m				—	—	—	—
Branșamente: Tramvai Trolebuze Drumuri Poteci Curți Grădini	Conductoare Al minim 16 mm², izolate minim 1 kV, rezistente la intemperii sau cablu autoportat Al, minim 2 × 10 mm², fără înnădiri, stîlpi intermediari la 25, respectiv 20 m		V. cazurile corespunzătoare de mai sus pentru tensiuni sub 1 kV				2 3 6 4 5 5	— — — — — —	— — — — — —	— — — — — —
Alte situații			V. cazurile corespunzătoare pentru tensiuni sub 1 kV							

Notă: 1. IMPORTANT – pentru evitarea confuziilor în citirea tabelului, se precizează că coloanele 2 + 3, respectiv 10 + 11 se citesc direct față de coloana 1.

2. Simbolizări și prescurtări utilizate: D_{mv} – distanța minimă de traversare verticală (între conductorul inferior al LEA care tranversează și elementele traversate); D_{mo} – idem, orizontală (între elementele extreme ale LEA și elementele traversate); D – distanța între axul LEA și elementul de apropiere considerat; D_a – distanța de apropiere cu următoarele valori:

Față de elementul traversat:	$U < 1$ kV	$U \leqslant 20$ kV	$U \leqslant 110$ kV	$U = 220$ kV
Căi ferate; conducte fluide și gaze combustibile	$H_s + 3$	$H_s + 3$	$H_s + 3$	$H_s + 3$
Drumuri; fluide necombustibile	H_s	$H_s + 3$	$H_s + 3$	$H_s + 3$

Față de elementul traversat:	$U < 1$ kV	$U \leqslant 20$ kV	$U \leqslant 110$ kV	$U = 220$ kV
LEA normale	–	$H_s + 3$	$H_s + 3$	$H_s + 3$
LEA obligate ($U = 1$ kV/$U > 1$ kV)	–	3/2	5/3	10/5
Funiculare, teleferice	$H_s + 5$	$H_s + 10$	$H_s + 10$	$H_s + 10$
Clădiri locuite/nelocuite	Fig. 16.3	3/3	4/3	5/4
Poduri, baraje, diguri	2	5	5	6

D_{ma} – distanța minimă de apropiere; valori:

Față de elementele traversate:	$U < 1$ kV	$U < 20$ kV	$U < 110$ kV	$U = 220$ kV
Căi ferate	$l_c + f_M + 1$	7,5	7,5	8,5
Drumuri	$l_c + 3$	5	5	6
Funiculare	$l_c + f_M + 5$	12	12	13
Fluide necombustibile	$l_c + f_M$	5	5	6
Fluide și gaze combustibile	$l_c + f_M + 5$	15/5	15/5	16/6

d – distanța conductorului activ al LEA la devierea maximă față de cel mai apropiat element;
SM – măsuri de siguranță mărită, conform tabelului următor:

Elementele liniei	Măsuri pentru LEA echipată cu:	
	izolatoare suport	lanțuri de izolatoare
Stîlpi	de închidere	de susținere întăriți
Conductoare	Secțiuni minime: 35 mm² – OL-Al, OL-Alcoro, Alcoro; 25 mm² – OL, Cu și aliaje Cu. Înnădiri interzise.	
Cleme și armături	Legături de susținere cu reținere conductor	Cleme de susținere cu reținere conductor. Armături de protecție contra arcului la lanțuri de izolatoare cu $U = 35$ kV.
Deschideri	Deschiderile reale la vînt și sarcini verticale vor fi sub 80% din cele de calcul.	

NIM – mărirea nivelului de izolație a **LEA**, conform tabelului:

Tip izolatoare		Nivel de izolație	Nr. – U_n izolator pentru LEA de: 6 kV	10 kV	20 kV	35 kV	110 kV
suport		normal mărit	1–6/1–10 1–10/1–20	1–10/1–20 1–20/1–35	1–20	1–35 1–35+LD	– –
suspensie	capăt–ijă	normal	–	–	+ 1 față de lanț susținere		
		mărit	–	–	+1–35	+1–35	+10% ≥ 2
	tijă	normal mărit	– –	– –	– –	– –	LIS+1 +2

θ – **unghi de traversare;**

LDI – lanțuri duble de izolatoare;

LDIS – legături duble a conductoarelor de izolatoare suport;

LI – lanțuri de izolatoare;

LP – legare la pămînt;

PM – protecție mecanică;

CF, CFE, CFe, CFP, CFI – căi ferate, respectiv: de toate categoriile, electrificate, electrificabile, neelectrificate, cu trafic permanent, idem intermitent;

FI – fluide incombustibile;

GC, FC — M, D — gaze, fluide combustibile — magistrală, distribuție:

DICE — depozite și instalații cu substanțe combustibile sau explozibile;

DDC, RL, DE, IEPG — depozite deschise cu substanțe combustibile solide, rezervoare de lichide combustiile, depozit cu substanțe gazoase combustibile sau cu pericol de explozie, instalații de extracție petrol și gaze naturale;

f_M, d_M — săgeata, respectiv devierea maximă;

RC — ruperea unui conductor în deschiderea vecină;

RN — regim normal;

h — distanța verticală dintre conductorul inferior al LEA care traversează și cel inferior al LEA traversate;

H_s — înălțimea deasupra solului a celui mai înalt stîlp din zona de apropiere sau traversare considerată;

Ac — acordul părților interesate;

(R) — se poate reduce cu acordul părților;

L_a, L_c — lungimea deschiderii: reală, respectiv de calcul;

(2) — exemplu: admis în cazuri obligate, cu acord special;

n — pe stîlp comun sau în deschidere cu conductoare neizolate;

i/n — pe stîlp comun cu conductoarele LEA izolate sau în deschiderea cu conductoarele uneia din linii izolate;

i — ambele linii cu conductoare izolate.

d_t — distanța de la axul stîlpului liniei care traversează pînă la punctul de încrucișare.

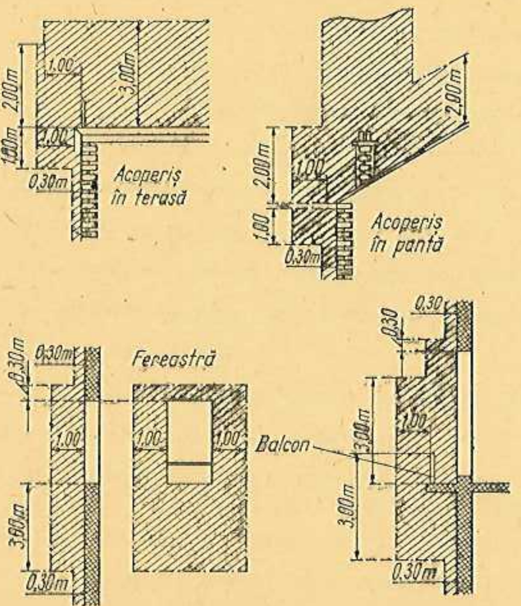


Fig. 16.3. Traversări și apropieri de LEA ⩽ 1 kV față de clădiri.

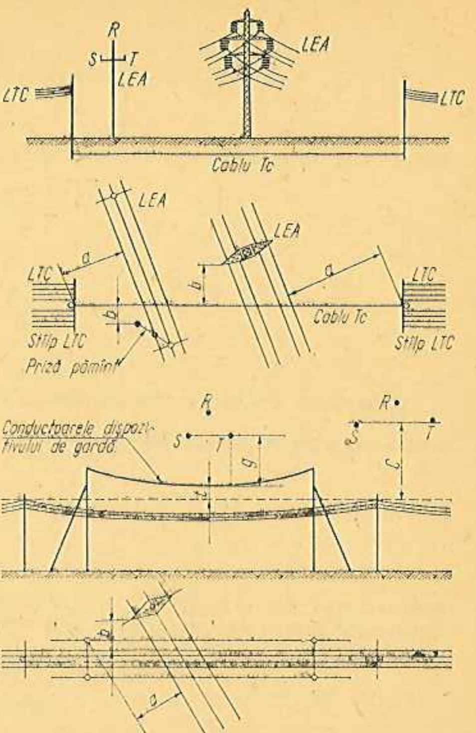


Fig. 16.4. Traversări de LTc de către LEA.

16.3. Rețele cu cabluri electrice

16.3.1. Alegerea cablurilor

a. *Criterii generale:*

— Dacă au lungimi singulare de peste 10 m sau lungimi însumate de peste 20% din lungimea tronsonului, porțiunile de traseu cu cele mai grele condiții hotărăsc; excepție, cînd lungimea de fabricație a cablurilor corespunde porțiunilor de traseu;

— De regulă se utilizează cabluri nearmate, dacă sînt omologate pentru mediul și locul de pozare respectiv (chiar în pămînt și medii cu pericol de explozie); cablurile armate se utilizează în locuri în care cablurile nearmate nu rezistă loviturilor mecanice (dacă nu se pot lua alte măsuri mai avantajoase economic) sau cînd nu se livrează decît astfel;

— Învelișul exterior va fi rezistent la mediul de pozare; în mod special, din punct de vedere al evitării pericolului de incendiu, se vor utiliza:

• Cabluri fără întîrziere la propagarea flacării — de tipurile (A) CHPAbI, 1, 6, 10 kV; CSHP (Ab), I, CCHP (Ab) I — la pozarea în pămînt sau apă, excepțional în interiorul construcțiilor dar cu tratarea corespunzătoare a învelișului exterior (deiutare, ignifugare, acoperire cu nisip în canale etc.);

• Cabluri cu întîrziere la propagarea flăcării — de tipurile (A) CYAnbY, (A)CYPY, (A)CYPAbY, ACHPAb — 1 kV; (A)CYHSY, (A)CYHSAbY, ACHPAb — 6 kV; (A)CYSEY, (A)CYSEAbY-10 kV; CSY(Ab)Y, CSYE(Ab)Y, CSHP(Ab), CCHP(Ab) — la pozarea în interiorul construcțiilor (în cazul cînd acestea sînt speciale pentru cabluri se vor realiza separări transversale);

• Cabluri cu întîrziere mărită la propagarea flacării — de tipurile (A) CYY-F, (A) CYYAb-F — 1 kV; CSYY (Ab) — F, CSYE (Ab) Y-F — se pozează de regulă în interiorul construcțiilor amenajate special pentru cabluri;

— izolația va fi corespunzătoare tensiunii nominale și mediului de pozare;

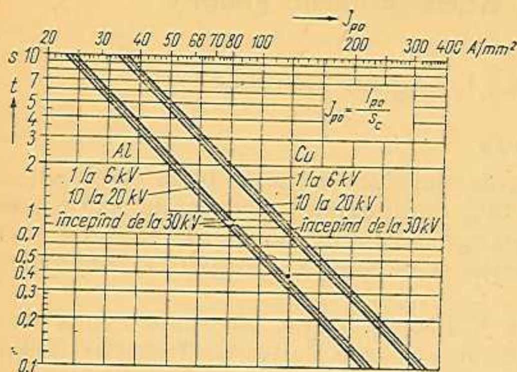


Fig. 16.5. Diagramă pentru verificarea secțiunii cablurilor la stabilitate termică.

b. *Alegerea secțiunii :*

— pentru cablurile de JT — v. §§ 11.3.1, 11.3.2, 12.3.1, 12.3.2;

— pentru cablurile de MT:

• se alege secțiunea pentru care $I_c = I_{ad}$, unde I_c se determină prin metodele din § 9.4, 11.3, 12.3;

• secțiunea aleasă se verifică la stabilitate termică în regim de scurtcircuit, utilizînd diagramele din fig. 16.5, și la secțiunea economică de curent, conform prevederilor § 16.1.3, alegîndu-se secțiunea cea mai mare.

16.3.2. *Condiții de instalare*

a. *Condiții generale:*

• Traseul să fie coordonat cu restul rețelelor, ținînd seama de extinderile posibile; cel mai scurt posibil tehnico-economic; în afara zonelor care ar periclita integritatea sau buna funcționare a cablului prin lovire, coroziune, supraîncălzire, curenți vagabonzi etc. (cînd nu-i posibil, se iau măsuri corespunzătoare de protecție);

• În stațiile electrice cablurile aferente fiecărui trafo sau serviciile proprii care se rezervează reciproc vor forma

grupe separate antifoc 1,5 h (prin plăci din asbociment, bazalt, ciment etc.);

• Pe același traseu, cablurile cu înveliș exterior din PVC și cele armate se pozează pe rastele diferite; cînd nu-i posibil, separare antifoc sau distanțe minime;

• Cablurile de energie de tensiuni diferite sau cele de comandă și control și cele de energie vor avea trasee diferite; cînd nu-i posibil se vor respecta ordinea de așezare, distanțele minime și separările antifoc;

• Temperatura mediului în care se desfășoară cablul nu trebuie să coboare în 24 ore sub valorile:

θ °C	0	+5	+4	−7	−20
Izolația	Hîrtie	Hîrtie	PVC	Cauciuc	Cauciuc
Mantaua	Pb, Al	Nenormat	Nenormat	Nenormat	Pb
Tensiune	sub 10 kV	15÷35 kV	Nenormat	Nenormat	Nenormat

• Razele minime de curbură R_c și îndoire R_i, în diametre exterioare, la manevrarea și pozarea cablului, cînd lipsesc datele furnizorului:

Cabluri	de energie, cu izolație de:						de comandă și control cu izolație de:		
	hîrtie și manta de:				Cauciuc	PVC	hîrtie PVC	cauciuc	
	plumb		aluminiu					armat	nearmat
	1c	nc	1c	nc					
R_c	25	15	30	25	10	15	15	10	6
R_i	15	15	15	15	13	15	15	13	13

• Diferențele de nivel maxim admise ΔH_M la pozarea verticală sau înclinată a cablurilor cu izolație impregnată:

Destinația cablurilor		de energie, U[kV]:				de comandă, control	
		≤1	6÷10	15÷20	20÷35	armate	nearmate
ΔH, m	$L \leqslant 500$ m	20	15	10	5	25	20
	$L > 500$ m	20	15	15	10	25	20

• Trecerile prin fundații, pereți și planșee sau traversarea drumurilor și căilor ferate se protejează prin țevi sau tuburi din material corespunzător (v. § 2.5.1.3) cu ∅≥1,5∅ c. ex.;

• Se recomandă ca un traseu nou să nu aibă peste 6 manșoane; materialul manșoanelor:

Tensiune, kV	≤1		1÷10	3÷20	35
Manta	Pb, Al		PVC	Pb, Al	Pb, Al
Mod de pozare Material	pămînt Pb	rest Pb	indiferent rășini epoxi	indiferent Pb, Cu, Alm	indiferent Cu, Alm

b. *Distanțe minime:* v. fig. 16.6; 16.7 cu precizările:

• Pentru $U = 110$ kV, v. indicații furnizor;

• Fig. 16.6 — între punctele de rezemare în lungul traseului (cablu armat/nearmat) maximum: orizontal 800/500 mm, vretical 1 500/1 000 mm; la pozarea verticală, minimum 250 mm între grupele de cabluri de tipuri sau tensiuni diferite;

• Fig. 16.6, *d*, *e* cînd H și L nu pot fi respectate, se pune placă de protecție mai lungă în părți cu cîte 500 mm;

• Fig. 6.18 — intersecția cu drumuri și c.f. sub unghiuri de minim 75° și la minim 10 m de macazuri; valori minime ale cotelor date prin litere:

1. Cota-litera	L2		H1, U-kV		H2		H3		H4		
2. Specificație	$h1$	$h2$	< 10	10	CFN	CFE	A,C	FC,T	P	E	N
3. Valoarea, mm	500	600	700	1000	2000	3000	250	500	2000	1000	500

1	L1			L3				L4				
2	T/1	T/2	FC	G/1	G2	G/3	G/4	CFNu	CFEu	CFNt	CFEtp	CFEtn
3	1500	500	1000	1500	2000	3000	1000	1500	1500	3000	3000	10 m

1	L5	
2	LEAu	LEAe
3	1000	10 m

Semnificația simbolurilor: CFN — c.f. neelectrificată; CFNu — idem, uzinală sau urbană; CFNt — idem, a MTTc; CFE — c.f. electrificată; CFEu — idem, uzinală, cu protecția cablului; CFEtp — idem, MTTc, cu protecția cablurilor; CFEtn — idem, fără protecția cablurilor; *LEAU*, *LEA*e — linie electrică aeriană uzinală, a MEE; $h1 \leqslant 1,5$ m, $h2 > 1,5$ m — adîncimea conductei; A,C — apă, canal; FC — fluide combustibile; T/1, T/2 — conducte termice neizolate; P — în locuri expuse deteriorărilor mecanice sau circulației persoanelor neautorizate; E — în locuri accesibile numai personalului autorizat; N — în locuri fără pericol de deteriorare și fără circulație; G/1 — cablu neprotejat, conductă de gaze; G/2 — cablu protejat, conductă gaze de presiune joasă și intermediară; G/3 — idem, de presiune redusă; G/4 — idem, de presiune medie.

c. *Moduri de pozare:*

• În exteriorul clădirilor, de regulă *aerian* (pe construcții cu alte destinații, eventual pe estacade sau cabluri de oțel proprii — fig. 16.8)) sau *în pămînt* (direct sau în țevi sau blocuri de protecție) funcție de situație (cînd este obligată) și avantaje tehnico-economice (cînd sînt mai multe posibilități — fig. 16.9;

• Excepțional, *în canale subterane* (în stații exterioare cu număr mare de cabluri sau cînd construcția impune — exemplu: cheiuri și platforme în șantiere navale) sau în *tuneluri* (pe porțiuni scurte în industrie, unde nu-i posibil alt mod de pozare); v. fig. 16.10 și 16.11;

• În interiorul clădirilor, de regulă aerian (pe construcția halelor sau utilajelor), asigurîndu-se exploatarea rețelei și utilizarea macaralelor sau, cînd nu-i posibil, în tub de protecție îngropat în pardoseală sau fundația utilajelor; excepțional în canale (în zone fără pericolul scurgerii lichidelor nocive sau metalului topit); v. fig. 16.12...6.14

• În stații electrice și încăperi de categoria EE, de regulă în spațiile libere din spatele tablourilor sau celulelor sau în canale, funcție de situație și avantaje tehnico-economice; excepțional în subsoluri sau etaje tehnice, în cazul fluxurilor mari de cabluri, dar cu aprobarea forurilor tutelare.

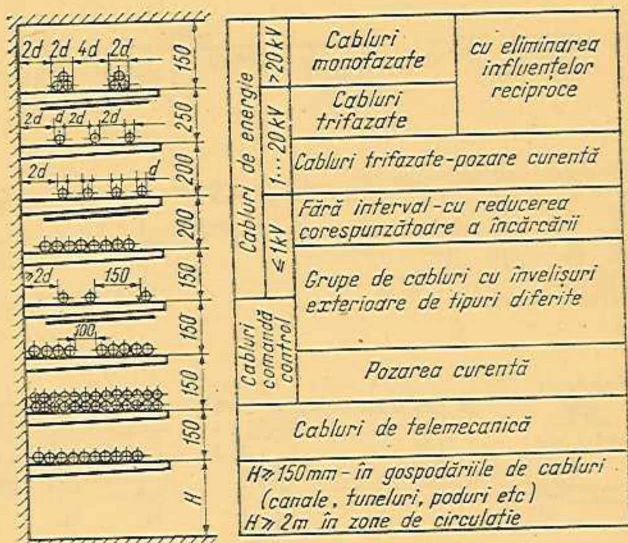
16.3.3. *Măsuri speciale de protecție contra incendiului în gospodăriile de cabluri*

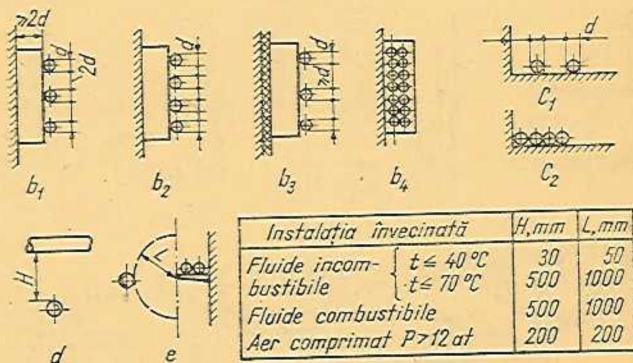
În construcțiile pentru cabluri (poduri, subsoluri, tuneluri și puțuri) se iau următoarele măsuri împotriva incendiilor:

• Subsolurile de peste 2000 m² vor avea accese suplimentare;

• Construcțiile pentru cabluri (v. sus) se separă de încăperile adiacente prin elemente incombustibile rezistente la foc (3 h — pereți, 1,5 h — planșee și uși); puțurile și similare vor avea la capete închideri rezistente la foc 1,5 h; ușile se vor deschide în sensul de evacuare și vor avea broască sistem yale;

• Construcțiile de cabluri circulabile vor avea accese astfel dispuse încît să nu fie mai depărtate de 50 m de orice





Instalația învecinată		H, mm	L, mm
Fluide incombustibile	$t \leq 40\,°C$	30	50
Fluide incombustibile	$t \leq 70\,°C$	500	1000
Fluide combustibile		500	1000
Aer comprimat $P > 12$ at		200	200

Fig. 16.6. Distanțe minime la pozarea cablurilor în aer.

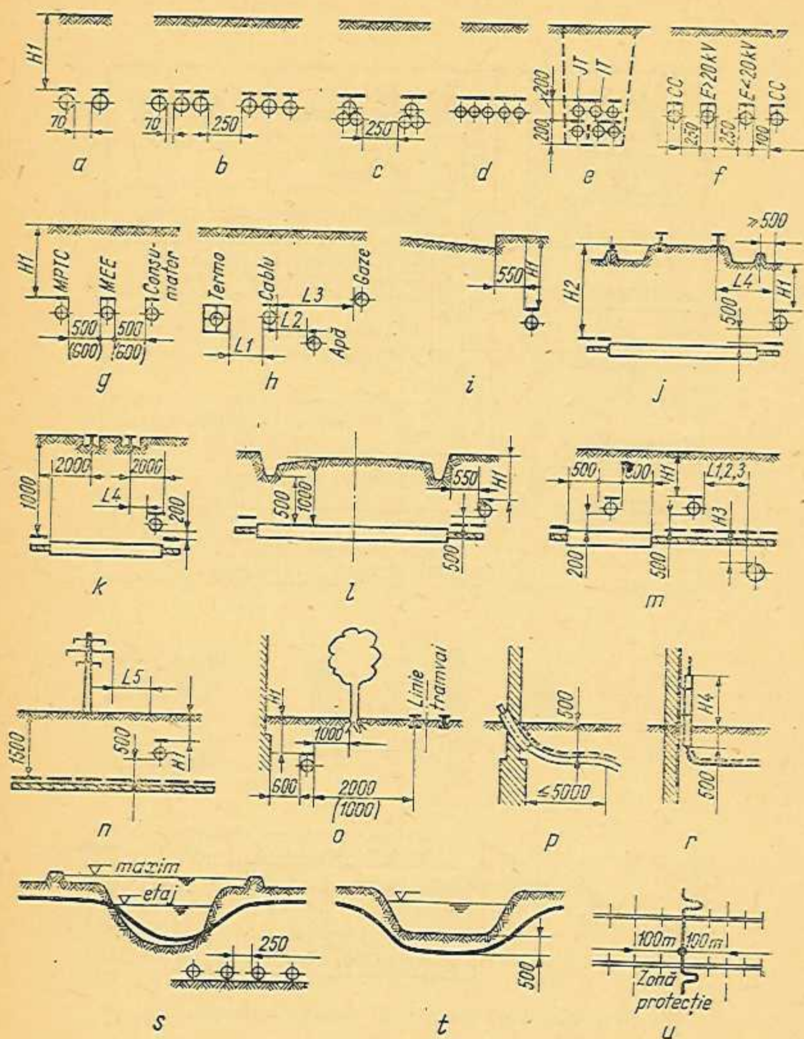


Fig. 16.7. Distanțe minime la pozarea cablurilor în pămînt.

Fig. 16.8. Exemplu de pozarea cablurilor suspendate:
1 — cablu de oțel; *2* — bride de fixare; *3* — întinzător; *4* — cabluri electrice; *5* — punct de fixare a cablului de oțel; *6* — piesă de suspendare de tipurile *a*...*g*.

Fig. 16.9. Exemple de profile tipizate pentru pozarea subterană a cablurilor.

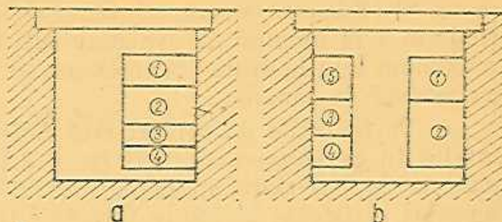
Fig. 16.10. Exemple de profile tipizate de canale pentru cabluri electrice.

Fig. 16.12. Exemple de pozare a cablurilor pe stelaje sau paturi de cabluri:

a – pe suport suspendat de tavan; *b* – pe pod suspendat de tavan; *c* – pe pod simplu fixat de perete; *d* – idem, prins de construcție metalică (*1* – teu fixare; *2* – clemă fixare; *3*; *4* – diblu PVC; *5* – cablu; *6* – profil special, *7* – montant; *8* – piesă fixare montant; *9* – pat dublu, *10* – consolă; *11* – colțar; *12* – bolț împușcat; *13* – clemă prindere; *14* – bridă montanț; *15* – șurub cu piuliță).

Fig. 6.11. Ordinea de așezare a cablurilor în tuneluri și canale:

a — pe o singură parte; *b* — pe ambele părți; *1* — cabluri de energie de MT; *2* — idem, de JT; *3* — cabluri de comandă și control; *4* — cabluri de Tc; *5* — conducte de aer comprimat.



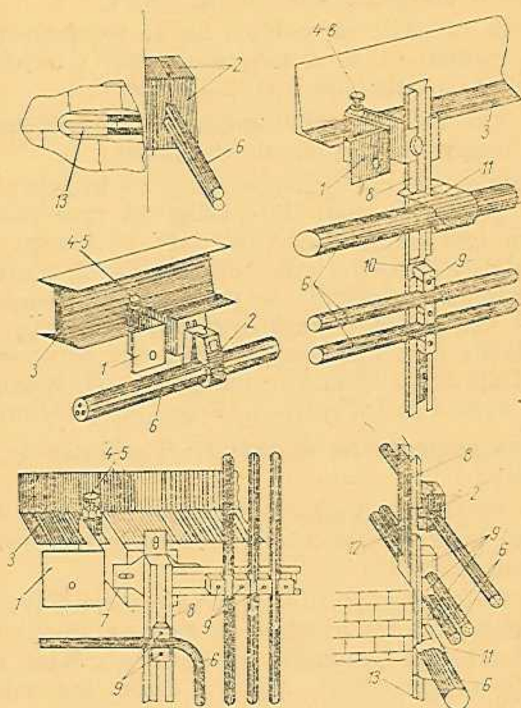


Fig. 16.13. Exemple de pozare a cablurilor pe dibluri, cleme sau console:

a — pe diblu; *b* — idem, cu clemă de tindere; *c* — idem, la curbe și ramificații; *d* — pe console fixate de construcție metalică; *e* — idem, de construcție zidită (*1* — clemă, *2* — bridă și scoabă, *3* — construcție metalică, *4*; *5* — șurub cu piuliță, *6* — cablu, *7* — ramificație tip +, *8* — profil special, *9* — clemă fixare, *10* — plăcuță egalizare, *11* — clemă gheară, *12* — plăcuță pentru clemă, *13* — diblu PVC.

punct al încăperii; numărul minim de accese este 2, admițîndu-se 1 la lungimi de evacuare sub 10 m și la puțuri de maximum 6 m înălțime; accesele nu se amplasează în locuri cu pericol de inundare;

• Pe fluxurile de cabluri fără întîrziere și cu întîrziere mărită în propagarea flăcării (v. § 2.1.3.1) cu o încărcare minimă de material combustibil de 2,5 kg/m flux se prevăd separări rezistente la foc la intervale de maximum 25 m și la ramificații;

• Golurile pentru trecerea cablurilor prin planșee și pereți vor fi etanșate conform fig. 16.14;

• Între rastelele de cabluri nu se recomandă plăci de protecție, pentru că se deteriorează ușor și scad eficiența ventilației și stropirii cu apă pulverizată;

• Se vor asigura spații necesare supravegherii, întreținerii și intervenției în caz de incendiu;

• Canalele de cabluri se amplasează în fața sau spatele celulelor, panourilor sau dulapurilor în care cablurile vor intra prin țevi de protecție montate pe pereții canalului, prin canale de derivație mici sau prin fante, toate etanșate față de canalul principal; se permite amplasarea parțială sub celule sau tablouri, dacă se asigură separație rezistentă la foc; plăcile de acoperirea canalelor vor fi incombustibile, preferabil din tablă striată în încăperi C, D, E sau din dale de beton armat în încăperi A, B sau în exterior.

Dotarea gospodăriilor de cabluri cu mijloace de stingere a incendiilor:

• În încăperi normale se prevăd mijloace de primă intervenție, hidranți de incendiu cu ajutaje și butoane de semnalizare manuală;

• În încăperi importante (în care incendiul ar duce la pagube importante și pierderi de vieți omenești) se prevăd în plus detectoare automate (de fum sau, dacă nu se pot utiliza, de temperatură), legături radio sau telefonice la centrala de avertizare pentru încăperile de peste 2000 m², instalații speciale de stingere pe fluxurile de cabluri cu izolație și înveliș combustibile și greu combustibile, posibilitatea utilizării mașinilor de intervenție în încăperi de peste 2000 m².

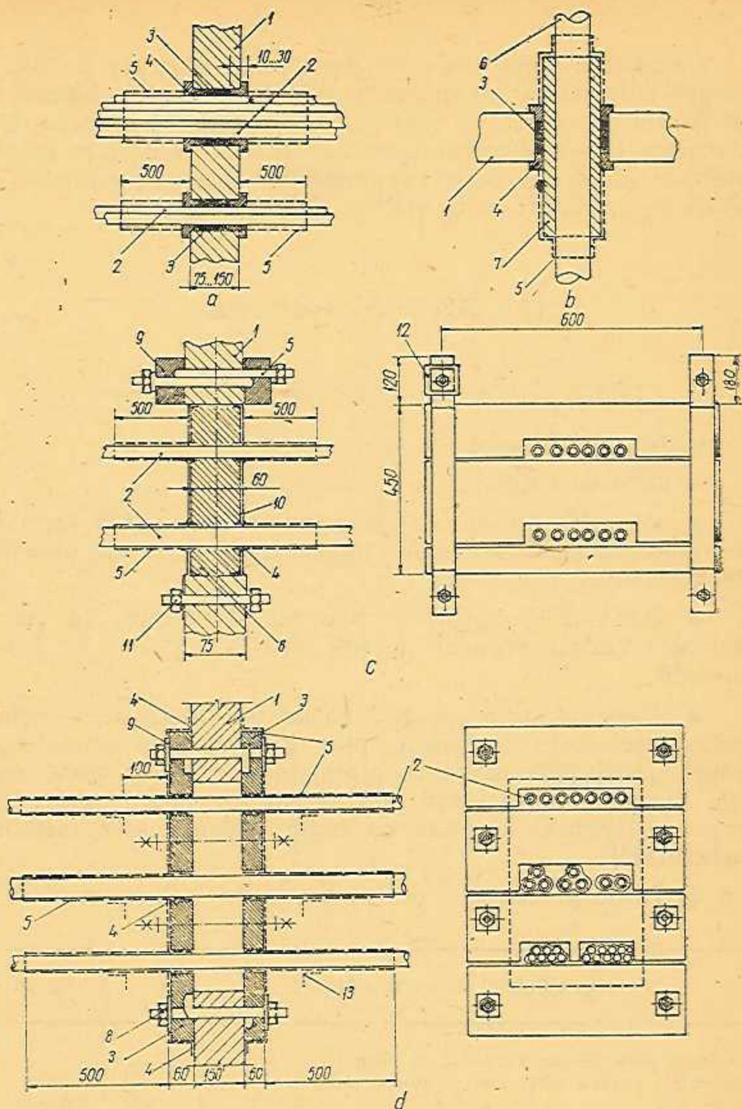


Fig. 16.14. Treceri de cabluri și conducte prin pereți și planșee:

a — mănunchi de cabluri; *b* — conductă singulară; *c* — cabluri de energie pe rastele; *d* — idem, și de circuite secundare (*1* — perete sau planșeu; *2* — cabluri; *3* — etanșare din vată minerală; *4* — etanșare cu chit APSA-C-ICEMENERG; *5* — strat vopsea APSAC ICEMENERG; *6* — conductă; *7* — termoizolație din pîslă de vată minerală; *8* — panou protecție din pîslă de vată minerală; *9* — protecție susținere din același material; *10* — suport panou tablă OLOO; *11* — tijă filetată OL34 + piuliță M6 cu șaibă; *12* — plăcuță OL34-2mm; *13* — susținere cablu).

Instalațiile speciale de stingerea incendiilor pot fi: fixe, cu apă pulverizată; cu spumă cu coeficient mare de înfoiere; cu bioxid de carbon, în spații cu volum limitat. Punerea în funcțiune a acestor instalații se face manual, din afara zonei afectate, după verificarea semnalizării corecte și stabilirea zonei începutului de incendiu.

16.4. Rețele cu conductoare

16.4.1. *Conducte montate aerian în clădiri*

Utilizarea materialelor — v. § 1.5

Condiții de montaj:

- Pe izolatoare sau alte elemente incombustibile special destinate, în locuri ferite de atingeri involuntare sau pericol de deteriorare mecanică;

- Derivațiile, numai la punctele de fixare, cu conductoare izolate protejate în tub pînă la 2,5 m de la pardoseală;

- Trecerile prin pereți: conductele neizolate — prin goluri, izolatoare de trecere, plăci izolatoare cu borne sau găuri; conductele izolate — protejate în tub sau țeavă cu tile (în mediu uscat) sau pipe în jos (în mediu umed) la capete, eventual umplute cu masă izolantă spre mediul nefavorabil;

- Distanțe minime, pentru conducte izolate/neizolate:

Specificația traseu și material		D_m, m
— Între punctele de susținere în lungul traseului, pentru secțiunea conductorului, în mm², de:	1 ... 2,5	0,5/0,4
	4 ... 25	0,8/0,6
	35 ... 70	1,1/0,8
	95 ... 120	1,5/1,4
— Pînă la suprafața circulabilă, pe:	orizontală	1,5/2,0
	verticală	2,5/3,5

16.4.2. *Conducte izolate montate în țevi, tuburi sau goluri (canale) în elemente de beton prefabricate*

Utilizarea materialelor — v. § 1.5.

Condiții pentru montajul tuburilor:

- Recomandabil pe partea inferioară a pereților și sub pardoseală; (se admite; în izolația teraselor și acoperișurilor (fără doze) și înglobate la turnare în elemente de beton;
- Străpungerea coșurilor și canalelor de fum ca și montarea pe suprafețe calde, cînd conductoarele protejate au izolație normală, sînt interzise; se admite în ultimul caz montarea tuburilor metalice fără cămașă izolantă, dar cu conductoarele izolate rezistent la temperaturi ridicate;
- Pe suprafețe verticale, traseele tuburilor vor fi de regulă orizontale, la 0,3 m de tavan sau pardoseală, sau verticale; pe suprafețe orizontale se admit trasee pe drumul cel mai scurt;
- Curbele vor avea raza interioară de 5 sau 10 ori diametrul exterior al tubului în montaj aparent, respectiv îngropat;
- Tuburile se fixează la: capete, coturi, aparate, doze, a 10 cm de locul menționat, precum și pe traseu drept, la distanțele, în m:

Tipul tubului		IP	PEL	T	IPY	IPEY
Aparent	orizontal	0,7÷0,9	1,2÷1,6	1,5÷3,0	0,6÷0,8	0,7÷0,9
	vertical	0,6÷0,8	1,0÷1,3	1,5÷3,0	0,5÷0,7	0,6÷0,8
Îngropat		1,0÷1,4	1,2÷1,4	2,0÷4,0	0,8÷1,0	0,9÷1,1

Condiții peutru montajul conductooarelor:

- În același tub se montează toate conductoarele active și de protecție ale aceluiași circuit; se admit, de asemenea circuitele:

— aferente receptoarelor aceluiași corp de iluminat sau utilaj sau mai multor utilaje legate funcțional între ele;

— în instalațiile monomul;

— de lumină și priză, în instalațiile industriale cu personal calificat sau în apartamentele din prefabricate cu instalații premontate (dacă golul tubului este de minim 15 mm);

• Este interzisă: montarea în acelaşi tub a circuitelor cu tensiuni sub şi peste 65 V, sub şi peste 1000 V, cu frecvenţe diferite; montarea conductelor izolate în tuburi montate în pămînt în exterior;

• Tragerea conductoarelor în tuburi se face după montarea acestora; legăturile se fac numai în doze, montate — recomandabil — pe suprafeţe verticale.

16.4.3. *Conducte plate cu izolaţie şi manta*

Condiţii de montaj — v. § 16.4.2 — tuburi; în plus:

• Temperatura de lucru, peste — 10°C.

• Montarea se face într-un singur strat;

• Capetele de rezervă ale conductoarelor vor avea în doze o lungime de maximum 70 mm, iar la corpurile de iluminat 150 mm.

16.5. Exploatarea, întreţinerea şi repararea liniilor electrice aeriene

Darea în exploatare a reţelelor electrice se face pe baza documentaţiei tehnice de execuţie (planul traseelor şi schema instalaţiilor, cu indicarea conductoarelor, încărcărilor şi protecţiilor).

În exploatare se va urmări respectarea parametrilor care au stat la baza proiectării şi execuţiei reţelelor.

La liniile electrice aeriene:

• Supravegherea se va face:

— periodic, ziua şi noaptea, prin observare vizuală fără urcare pe stîlp, constatîndu-se starea elementelor liniei şi a traseului, fenomenul de licărire la izolatoare, eventuale descărcări parţiale, defecte la cleme etc.; periodicitate efectuării:

Supraveghere:	LEA < 1kV	LEA 1÷35kV	LEA > 35kV	Iluminat
de zi	1/6 luni	1/2 luni	1/lună	2/lună
de noapte	1/an	1/an	2/1n	după program

— în cazuri speciale, amănunțit, cînd linia a avut de suferit, în urma, depunerilor de chiciură, înghețului și dezghețului brusc, furtunilor, inundațiilor deplasărilor de teren, incendiilor din păduri etc.;

— în cazuri extraordinare, după fiecare declanșare provocată de un defect, pentru stabilirea locului și naturii acestuia;

— cu caracter de inspecție, de către personalul tehnico-ingineresc.

• Verificarea liniei, pentru a stabili lucrările de întreținere și reparație, conform instrucțiunilor MEE în vigoare.

• Întreținerea liniei, pentru a asigura condițiile normale de exploatare între reparații (înlocuirea izolatoarelor defecte, curățirea traseelor, înlăturarea defectelor minore ale stîlpilor, curățirea izolatrelor și a chiciurii).

• Repararea liniei, la periodele planificate conform instrucțiunilor sau accidental.

La cablurile electrice:

• Supravegherea permanent a încărcărilor admise în perioade de sarcină maximă (la avarii se admit supraîncărcări de maximum 10% pentru tensiunile de 1÷20 kV, iar rețelele subterane cu neutrul izolat sau compensat pot funcționa cu o fază pusă la pămînt, dacă nu se depășește încălzirea maxim admisă a mantalei de protecție).

• Controluri periodice:

— ale traseului — trimestrial, la pozarea în pămînt, canale și tuneluri, semestrial, la pozarea în puțuri;

— ale cutiilor terminale — anual, pînă la 1 kV, trimestrial, peste 1 kV;

— protecția contra coroziunii, funcție de nocivitatea mediului;

— încercări preventive de izolație, cel puțin anual.

• Reparațiile curente (minim o dată pe an) și cele capitale (conform instrucțiunilor în vigoare), respectîndu-se următoarele reguli principale:

— săpăturile se fac numai cu aprobarea energeticului șef și sub supravegherea delegatului acestuia; pe îngheț, pămîntul se încălzește;

— orice lucrare se execută de minimum două persoane, pe bază de dispoziție de lucru și cu respectarea NPM în vigoare;

— respectarea măsurilor de prevenirea incendiilor la lucrul în tuneluri sau canale;

— repararea racordurilor și mutarea cablurilor de forță se fac normal după deconectarea și descărcarea lor electrostatică (cazurile excepționale, conform NPM-MEE).

• Luarea măsurilor reglementate privind prevenirea și stingerea incendiilor în gospodării de cabluri și urmărirea cu exigență a cunoașterii utilizării lor.

17. PARTICULARITĂȚI ÎN PROIECTAREA, EXECUTAREA ȘI EXPLOATAREA INSTALAȚIILOR ELECTRICE CU CARACTER SPECIAL

17.1. Instalații de acumulatoare electrice

17.1.1. *Organizarea instalației*

Bateria de acumulatoare (acide sau bazice) se montează în încăperi separate (cu bacuri deschise, pe stelaje de lemn sau pat de beton) sau, cînd $U_b \leqslant 24$ V și $C \leqslant 75$ Ah, în încăperi cu destinație comună (în dulapuri sau nișe vopsite antiacid, cu ventilație spre exterior naturală sau forțată).

Încăperea acumulatorelor va avea dimensiunile necesare montării acumulatoarelor și asigurării unui culoar de serviciu de minim 0,8 m lățime și 2,1 m înălțime; pardoseala va fi din beton acoperit antiacid sau antibazic; pereții, tîmplăria și suporturile vor fi acoperite antiacid sau antibazic; mediul va fi fără praf și cu o temperatură minimă de +10°C, fără conducte de trecere a altor instalații (se exceptează conductele încălzirii proprii, care vor fi însă îmbinate în afara încăperii) și cu ventilație preferabil naturală (dacă nu asigură minim 3 schimburi pe oră, va fi forțată). Dacă ventilația naturală asigură condiția

$$100\,V_H \leqslant 3{,}8\,V_c \quad \text{sau} \quad 11 \cdot 10^{-3} NI \leqslant V_c, \qquad (17.1)$$

concentrația de hidrogen degajat la încărcarea acumula-

toarelor nu este periculoasă și încăperea se poate considera de categoria E; în caz contrar, de categoria A'. În relație:

V_H = 0,000418 NI este cantitatea de hidrogen degajată orar, în m^3/h;

V_c — volumul încăperii bateriei, în m^3;

N — numărul de elemente ale bateriei de acumulatoare;

I — curentul care provoacă degajarea hidrogenului, în A; se consideră 1 A la 100 Ah la încărcarea de menținere (prin redresoare montate în tampon) sau curentul sursei la sfîrșitul încărcării.

Încăperea va fi luminată incandescent, cu corpuri adecvate mediului (grad minim de protecția IP54).

Cînd cantitatea de lichid din baterie depășește 500 kg, se prevede o cameră de acizi și apă distilată; intrarea în cele două camere se face printr-un sas comun, în care se prevede o instalație de apă.

Tabloul electric și sursele de încărcare (redresoare sau grupuri convertizoare c.a. — c.c.) se montează în încăperi de comandă sau cu destinație comună, unde se pot supraveghea, respectîndu-se indicațiile respective din § 10.2.2.

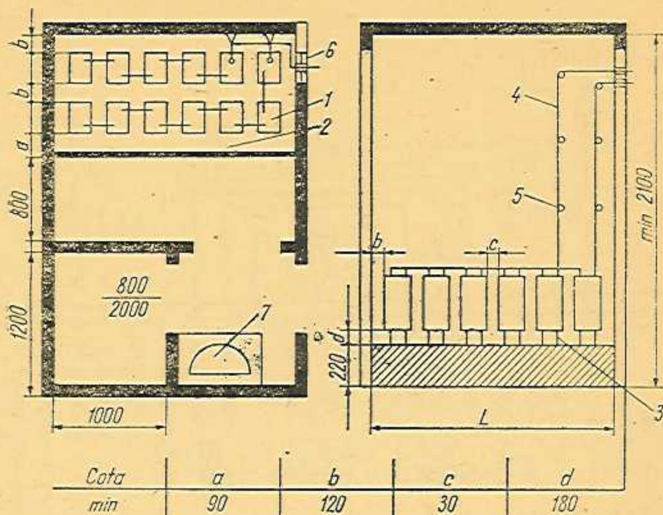
Legăturile baterie — placă trecere se realizează din conductoare neizolate masive, rezistente la mediu, montate pe izolatoare rolă iar legăturile placă trecere — tablou, din conductoare în tub sau cablu.

Exemple de plan de echipare și scheme electrice se dau în fig. 1.7.1. — 17.4.

17.1.2. *Dimensionarea instalației*

Dimensionarea bateriei de acumulatoare. Tensiunile nominale uzuale se aleg funcție de puterea cerută; recomandabil:

P_c, W	300	500÷1500	1500÷3000	3000
U_b, V	24	48	110	220



Cota	a	b	c	d
min	90	120	30	180

Fig. 17.1. Instalații de acumulatoare:

1 — acumulator; 2 — postament tipizat; 3 — izolator; 4 — conductor din cupru neizolat; 5 — izolator rolă; 6 — placă de trecere; 7 — chiuvetă.

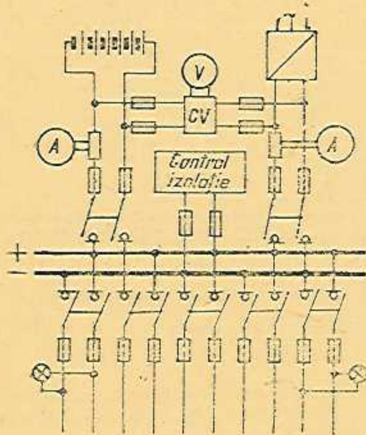


Fig. 17.2. Schemă electrică pentru o instalație cu baterie de acumulatoare de 24, 36, 48 V fără comutator de baterie (semnificația semnelor, v. § 1.7.1).

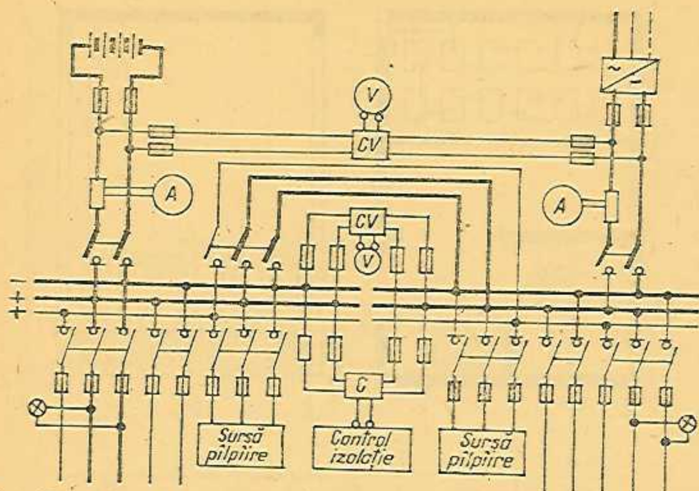


Fig. 17.3. Schemă electrică pentru o instalație cu baterie de acumulatoare de 24, 36, 48 V fără comutator de baterie, cu bare secționate (semnificația semnelor, v. § 1.7.1).

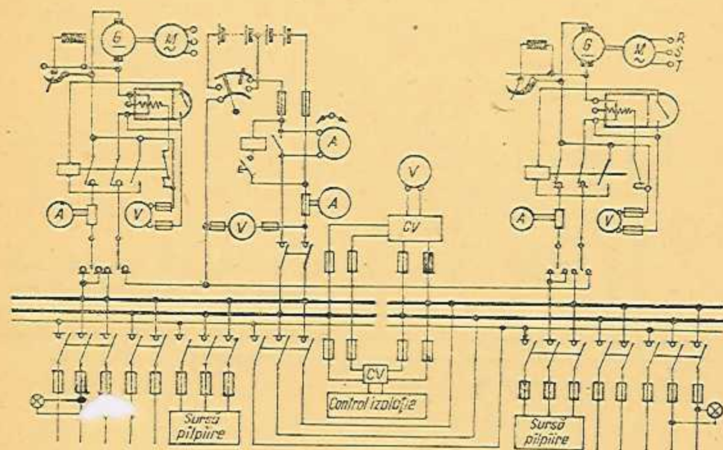


Fig. 17.4. Schemă electrică pentru o instalație cu baterii de acumulatoare de 110 sau 220 V cu comutator de baterie și bare secționate (semnificația semnelor, v. § 1.7.1).

Capacitatea acumulatoarelor

Se calculează curentul de descărcare maxim cerut

$$I_{dc} = \frac{P_c}{U_n} \text{ [A]}, \tag{17.2}$$

unde: P_c este puterea maximă cerută, în W;

U_n — tensiunea nominală a receptoarelor, în V.

În funcție de timpul de descărcare cerut (t_{dc}) și de I_{dc}, se alege acumulatorul de capacitate convenabilă.

Numărul de acumulatoare din compunerea bateriei:

Pentru tensiunea nominală (U_n) de 110 și 220 V (conectarea bateriei la bare se face prin comutator de baterie):

- Numărul total de acumulatoare, care asigură tensiunea de serviciu, cînd acestea sînt descărcate:

$$N = \frac{U_s}{U_{dl}}, \tag{17.3}$$

unde: $U_s = 1{,}05\ U_n$ este tensiunea de serviciu, V;

$U_{dl} = 1{,}75 \ldots 1{,}93$ V — tensiunea limită de descărcare;

- Numărul de acumulatoare, de bază, care asigură tensiunea de regim de încărcare permanentă:

$$N_b = \frac{U_s}{U_{ip}}, \tag{17.4}$$

unde: $U_{ip} = 2{,}15$ V este tensiunea de încărcare permanentă;

- Numărul de acumulatoare de reglaj, conectate la rețea prin comutator, în măsura în care este nevoie să se asigure tensiunea de serviciu este:

$$N_r = N - N_b; \tag{17.5}$$

- Numărul ploturilor comutatorului de baterie:

$$N_p = N_r + 1. \tag{17.6}$$

Pentru tensiunea nominală de 24, 36, 48 V (conectarea bateriei la bare se face fără comutator de baterie), numărul de acumulatoare necesar este:

$$N = \frac{U_n}{u_n}, \qquad (17.7)$$

unde $u_n = 2$ V este tensiunea nominală pe un acumulator.

Alegerea sursei de încărcare. Preferabil redresoare anume destinate.

Pentru încărcare permanentă (sursă cu funcționare în tampon cu bateria):

$$U_s = U_b + (3 ... 5)\% \qquad (17.8)$$

$$I_d \leqslant I_s \geqslant I_i$$

unde U este tensiunea, în V, I — curentul, în A; s — sursă; b — baterie; d — consum de durată.

Pentru încărcare ocazională:

$$U_s = U_b + (3 ... 5)\%; \quad I_s \geqslant I_i. \qquad (17.9)$$

c. *Dimensionarea circuitelor.* Protecția — prin siguranțe fuzibile:

$$I_{ad} \leqslant I_{pr} \geqslant I_d \qquad (17.10)$$

iar secțiunea conductorului se alege la încărcarea admisibilă și la căderea de tensiune (v. § 11.3.1., unde $k_f = 1$, $\cos\varphi = 1$).

—

17.1.3. *Exploatarea instalației de acumulatoare*

Dotare: aerometru, termometru, voltmetru portativ de c.c., lampă portativă, cană de sticlă pentru completare electrolit, vas acoperit cu soluție de bicarbonat de sodiu (la acizi) sau acid boric (la baze), reactivi pentru analiza soluției de reumplere, inclusiv eprubete și pipete, geamuri pentru acoperirea bacurilor, izolație plăci și bacuri de rezervă, rezervă de acid și apă distilată, mănuși, șorț, galoși ochelari (pentru două persoane).

La punerea în funcțiune se verifică: capacitatea de regim a bateriei, densitatea electrolitului, funcționarea comenzilor alimentate precum și a instalațiilor de ventilație, încălzire, iluminat și apă; rezistanța de izolație (minim 10 MΩ).

În exploatare:

• Se controlează de personalul de serviciu (o dată pe schimb în stațiile cu personal permanent și o dată pe lună în celelalte): densitatea și temperatura electrolitului, tensiunea de bare (admis +5%), reglajul curentului și tensiunii de încărcare, degajările de gaze, electrolitul (nivel, depuneri, stare), izolația față de pămînt; dacă în timpul încărcării temperatura vreunui element depășește 40°C se reduce curentul de încărcare;

• Se va respecta regimul de funcționare și încărcare prevăzute; modificări nu se admit decît cu acordul proiectantului;

• Bateriile cu regim încărcare-descărcare vor fi supuse la 3 luni unei încărcări de egalizare, precedată, dacă sarcina a fost peste 50% din capacitatea bateriei, de descărcare;

• Bateriile în regim tampon vor fi supuse lunar unei descărcări speciale, urmate de o încărcare normală și una de egalizare;

• Anual, la 1/3 din elemente se va face analiza electrolitului;

• Ventilația forțată va fi pusă în funcțiune înainte de începerea încărcării și va fi oprită la 1,5 ore după terminarea încărcării;

• Lucrul cu flacără în camera acumulatoare va fi permis după 2 ore de la terminarea încărcării, fără oprirea ventilației;

• pe ușa încăperii acumulatoarelor va fi placă avertizoare cu inscripția

ACUMULATOARE — INTERZISĂ INTRAREA CU FOC

• Reparațiile acumulatoarelor se fac la atelier, conform graficului și constatărilor efectuate.

17.2. Instalații electrice în medii cu pericol de explozie

Baza de proiectare o constituie tema tehnologică, întocmită eventual cu contribuția beneficiarului, care să precizeze clar și exact: existența, categoria și întinderea zonei periculoase (se ține seama că gazele și vaporii mai grei ca aerul se colectează la sol, iar mai ușori sub plafon și că formările de ceață prin evaporarea lichidelor inflamabile prezintă pericol mărit putîndu-se aprinde de la distanță chiar prin lovire).

Aparatele și mașinile electrice:

- Vor avea gradul de protecție contra exploziei cerut de mediul respectiv sau superior acestuia;
- Dacă e posibil tehnico-economic — și în special cînd produc scîntei — se amplasează în afara zonei periculoase;
- Cele protejate contra exploziei prin carcase sau camere cu ventilație forțată vor fi prevăzute cu: deconectare, automată în caz de scădere a presiunii sub valoarea minimă, alimentare cu aer curat sau gaz inert prin conducte robuste, incombustibile, cu îmbinări sudate și fără posibilitaetea formării pungilor de aer, conectarea numai după ce s-a suflat un volum de aer proaspăt de cel puțin 5 ... 10 ori volumul spațiului ventilat, blocaj contra accesului din exterior înainte de deconectare.

Coloanele și circuitele electrice:

- Conductele electrice principial vor fi din cupru sau aluminiu, cablurile trebuie omologate pentru mediul respectiv (dacă nu sînt, se consideră conductoare și se protejează în țevi din oțel galvanizat cu grosimea minimă de 2 mm);
- Secțiunea conductoarelor va fi încărcată pînă la 0,75 I_{ad} (excepție în mediile EIb și EII_a, unde se încarcă normal);
- Între curentul de protecție și cel din conductor se admit următoarele rapoarte:

$$I_f/I_{ad} = 1{,}25;\ I_{rt}/I_{ad} = I_{rem}/I_{ad} = 1. \qquad (17.11)$$

- Circuitele monofazate vor fi protejate la suprasarcină atît pe fază cît și pe nulul de lucru;

- LEA se montează în afara zonei de explozie la 1,5 h stîlp, dar nu la mai puțin de 10 m pînă la 1 kV și 20 m peste 1 kV;

Protecția contra electricității statice este obligatorie la:

- Conductele de fluide combustibile (trebuie să aibă continuitate electrică pe toată lungimea și să fie legate la pămînt la capete și la intervale de 200 ... 300 m; dacă rezistența de contact la îmbinări depășește 0,03 Ω, se șuntează printr-un conductor cu șaibe cositorite, prins sub piulițele șuruburilor flanșelor de îmbinare); conductele paralele sau apropiate sub 10 cm se leagă între ele prin punți de conexiune la intervale de 20 m;

- Vanele conductelor de substanțe combustibile sau explozive, mașinile neamplasate pe placă comună cu agregatele de acționare, instalațiile generatoare de abur și mașinile acționate cu abur (vor fi legate la instalația de legare la pămînt a paratrăsnetului);

- Rezervoarele metalice cu lichide petroliere, inclusiv capacul (se leagă la pămînt utilizînd și instalațiile vecine de legare la pămînt);

- Șinele rampelor c.f. de încărcare și descărcare a cisternelor (se leagă între ele și la pămînt) precum și cisterna pe timpul transvazării fluidului (printr-o legătură mobilă prevăzută la priza de pămînt care va avea la capătul liber un cleşte de prindere pe cisternă; pe furtunul de cauciuc va fi o spirală din sîrmă de cupru legată la armăturile din capete și la pămînt prin mantaua rezervoarelor la care se racordează);

- Încăperile cu pericol de explozie (la intrări și la locurile de muncă se amenajează pardoseli combustibile; conductele care pot fi atinse cu mîna se vor lega la pămînt; personalul va avea încălțăminte cu talpă din piele, neizolantă, sau cu cuie din cupru).

17.3. Instalații electrice aferente instalațiilor de stins incendiu

Căi de alimentare cu energie electrică. Pompele și robinetele de incendiu acționate electric se prevăd cu:

- O singură cale de electroalimentare, cînd:

— Nu sînt prevăzute cu pompe de rezervă;

— Chiar dacă sînt, obiectivul de apărat este constituit din: blocuri de locuințe de maximum 48 m înălțime, clădiri pentru birouri de maximum 28 m înălțime cu densitatea sarcinii termice sub 67 MJ/m^2 (16000 $kcal/m^2$), clădiri de gradul I sau II rezistență la foc, cu mai puțin de 400 locuri, pentru cinematografe, cluburi, săli de gimnastică și sport;

— Robinetele de incendiu pot fi manevrate și manual direct de către personalul de serviciu, în maximum 5 minute de la alarmare;

- O singură cale de electroalimentare completată cu echipament care să asigure funcționarea instalației de stins incendiul fără sursă electrică (de exemplu, motopompă) cînd se prevede pompă de rezervă, dar obiectivul de apărat este constituit din clădiri sau construcții obișnuite, nemenționate mai sus sau în cazul următor, ca de exemplu: cămine culturale și case de odihnă pînă la 600 locuri, magazine universale etc.;

- Două căi de alimentare distincte, una normală, a doua de avarie, cînd se prevede pompă de rezervă, iar obiectul de apărat este de importanță deosebită: clădiri înalte, teatre cu peste 1000 locuri, spitale, studiouri RTV, combinate chimice și petrochimice, rafinării de peste 1 000 000 t/an, depozite categoria I pentru hidrocarburi sau alte lichide combustibile, centrale electrice de peste 100 MW și alte obiective considerate ca atare de către forurile tutelare ale beneficiarului.

Sursele la care se racordează căile de alimentare sînt:

— Pentru o singură cale sau calea normală din cele două: post trafo sau centrală proprie sau rețeaua de JT a furnizorului; se admit cofretul sau tabloul general al clădirii

dacă sînt amplasate astfel ca să poată funcționa în caz de incendiu în clădirea respectivă (în exteriorul ei, în construcții independente de gradul I, II rezistență la foc, în interiorul clădirii — în încăperi speciale cu acces ușor din exterior și separate de restul clădirii prin pereți și planșee rezistente la foc minimum 3 h; față de încăperi categoria A sau B, elementele de compartimentare vor fi etanșe și rezistente la explozie);

— Pentru a doua cale de electroalimentare: grup electrogen de intervenție cu pornire automată (v. § 7.7) la dispariția tensiunii pe calea normală de alimentare.

Funcție de condițiile de pozare, coloana va fi cu conductoare AF în tub PEL montat aparent sau îngropat sau în cabluri armate cu același mod de pozare. Traseul coloanei va fi ferit de pericol de incendiu (LEA la minimum 10 m de clădiri gradul I, II, III rezistență la foc și 20 m de clădiri gradul IV și V sau depozite cu materiale combustibile; LES — subterane). Legarea coloanei la plecare se face înaintea întreruptorului general al tabloului; accesul la întreruptorul coloanei va fi sigilat, iar sigiliul rupt în caz de strictă nevoie.

Tabloul de distribuție aferent instalației de stins incendiu nu va avea și altă destinație.

Schema de acționare va permite:

— Intrarea automată în funcțiune a pompei de rezervă la oprirea accidentală a pompei în funcțiune;

— Interschimbabilitatea funcționării pompelor;

— Comanda manuală a acționării, dublată de comandă automată, totdeauna pentru pompele sprinklerelor și drencerelor și numai cînd nu este personal calificat pentru pompele de incendiu; butoanele pentru comanda manuală se montează: pentru pompele și robinetele de incendiu în încăperea acestora și în diferite puncte de comandă (remiza PSI, încăperea protejată, obiectul protejat etc.); pentru pompele și robinetele de incendiu neautomatizate, care servesc hidranți interiori, lîngă aceștia, protejate în cutii sau nișe cu geam.

Circuitele la receptoare vor fi cu conductoare izolate, în PEL, sau cabluri; materialul conductoarelor — cupru pînă la secțiunea de 10 mm², aluminiu de la această secțiune. Îmbinările conductoarelor de aluminiu se fac prin metalizare asociată cu lipire, sudură sau presare, iar racordurile la bornele motoarelor se vor face cu cleme speciale.

17.4. Iluminatul de balizaj

Construcțiile și instalațiile din zonele supuse servituților aeronautice vor fi prevăzute cu iluminat de balizaj, dacă sînt considerate ca periculoase navigației aeriene (depășesc înălțimile admise nepericuloase de MTTc sau sînt LEA). Necesitatea prevederii acestui iluminat se stabilește prin aviz MTTc.

Amplasarea corpurilor de iluminat, special construite, se va face astfel ca să fie văzute din toate direcțiile și să se obțină o imagine a conturului și înălțimii obstacolului, conform exemplelor din fig. 17.5.

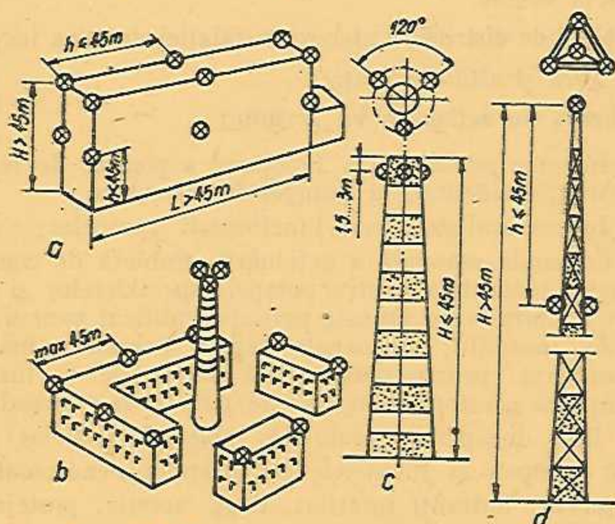


Fig. 17.5. Exemple de iluminat de balizaj.

17.5. Instalații electrice aferente instalațiilor de galvanizare și electroliză

Măsuri speciale de protecție contra electrocutării:

— Părțile metalice care pot fi puse sub tensiune normal sau accidental (bare, cuve, platforme de lucru, țevi de aer comprimat, șinele căilor de rulare etc.) trebuie să aibă rezistența de izolație față de pămînt de minimum 0,5 MΩ în care scop:

- cuvele vor fi montate pe izolatoare și prevăzute cu controlul izolației și semnalizarea punerilor la pămînt;
- barele principale de peste 250 V se montează pe izolatoare de porțelan, iar cele de la cuve de peste 65 V — din locurile de trecere, de pe pereți sau de pe frontul rîndurilor de cuve — se împrejmuiesc cu materiale izolante (admis lemnul);
- platformele principale cu instalații de peste 250 V se execută din material izolant (admis lemnul) sau se montează pe izolatoare; sub 250 V se admite izolarea plăcilor din beton armat cu ruberoid acoperit cu cărămidă impregnată în bitum, peste care se așterne un înveliș rezistent la acizi;
- podurile rulante vor avea platforme izolate pentru a nu pune la pămînt băile prin cîrligul sau cablul podului; între cîrlig și pămînt se prevăd două (trei) trepte de izolație pentru tensiuni sub (peste) 500 V;
- seriile de cuve pentru electroliză cu săruri topite cu tensiuni de peste 500 V, cu diferență de potențial față de pămînt a băilor extreme de peste 10% din jumătatea tensiunii seriei vor fi prevăzute cu legături de echipotențiere și de izolare suplimentară a băilor față de pămînt;
- barele de peste 65 V pozate sub băi se acoperă cu carcase incombutibile (cele metalice vor fi cu plasă cu ochiuri de maximum 5 × 5 mm și vor fi legate la pămînt);
- atelierul de electroliză va avea o instalație de legare la pămînt comună pentru toate instalațiile electrice.

— Distanțele minime de protecție:

• între părțile conductoare de curent din locurile de trecere printre băi neîmprejmuite — 1(1,5) m pentru tensiuni sub (peste) 65 V;

• lățimea locurilor (culoarelor) de trecere dintre cuve și perete — 2 m (1,2 m local, dacă se izolează ieșindu'ile respective);

• între perete și împrejmuirea barelor — 1 m; între două împrejmuiri de bare paralele — 1,3 m;

• înălțimea locurilor de trecere — 2 m, iar a împrejmuirilor — 1,7 m.;

Protecția echipamentelor electrice contra coroziunii: conductele neizolate și contactele se acoperă cu lacuri sau vopsele antiacide și rezistente la temperaturi înalte.

Instalații de automatizare, măsură și control:

• Pe tablourile stațiilor de redresare se prevăd: ampermetru pe fiecare plecare, cu *O* la mijloc legat la pămînt, pentru măsurarea curenților de scăpări; voltmetru pe fiecare sistem de bare; voltmetru pe barele de c.c. pentru controlul izolației;

• La instalațiile de electroliză — galvanizare se prevăd: voltmetru pe fiecare cuvă sau serie de cuve pentru măsurarea tensiunii de lucru; voltmetru la fiecare sistem de bare de c.c. pentru controlul izolației; contoare de curent funcție de cerințele tehnologice; contoare de energie pentru fiecare serie de cuve; automatizarea funcționării pentru menținerea temperaturii în băi în limite admise, a circulației electrolitului și a curentului seriilor; semnalizarea regimului de funcționare pentru prevenirea deversării soluției din colectoare, funcționarea pompelor de transvazare; controlul scăpărilor de curent prin jetul de electrolit;

• În plus se prevăăd aparate portabile de măsură pentru tensiune, conductibilitate electrolit și verificarea punerilor la pămînt.

17.6. Instalații electrice aferente centralelor termice

Racordul electric al tabloului motoarelor pompelor de alimentare cu apă a cazanelor cu abur se face din două surse independente (v. § 9.2).

Iluminatul de siguranță:

- Pentru centralele cu un debit total de peste 10 t/h, pentru: frontul cazanelor și trecerilor dintre cazane, panourile AMC și indicatoarele de nivel, spațiile de evacuarea cenușei; ventilatoarele de gaze arse, rezervoarele de apă și de combustibil, degazoarele, platformele și scările de acces, încăperile pompelor de alimentare cu apă și combustibil, ieșirile din sala cazanelor (marcate cu semnale luminoase, recomandabil de culoare galbenă pentru a fi găsite ușor în caz de inundare cu abur);
- Pentru centralele cu un debit total sub 10 t/h se admite iluminat de siguranță cu lămpi cu petrol sau cu lămpi de mînă.

Aparate de automatizare, măsură, control și reglaj AMCR:

- La cazanele cu abur cu circulație naturală cu peste 20 t/h se prevăd: controlul termotehnic, semnalizare, reglare automată, comandă la distanță și protecție automată;
- La cazanele cu abur cu circulație naturală cu peste 3 t/h și la cazanele cilindrice orizontale cu tuburi de flacără și cutii de foc: cel puțin semnalizarea și protecția automată de nivel minim al apei.

Execuția instalațiilor AMCR se face numai de întreprinderi specializate și personal autorizat și se autorizează de ISCIR.

17.7. Instalații electrice aferente fabricilor și stațiilor de distribuție de oxigen

Siguranța în alimentarea cu energie electrică. Conform PE 124 fabricile și stațiile de distribuție de oxigen se încadrează în categoria II, deoarece întreruperea alimentării cu energie electrică conduce la nerealizarea producției pe durata respectivă, pierdere care de regulă se poate recupera.

Execuția instalațiilor electrice. În încăperile de purificare a produselor rezultate din separarea aerului folosind hidrogen și în cele de vopsire a buteliilor, instalațiile electrice se execută pentru categoria A pericol de incendiu. În rest, deoarece oxigenul nu formează cu aerul amestec exploziv, instalațiile se vor executa pentru medii normale cu următoarele particularități:

- Toate aparatele care pot fi în contact cu oxigenul trebuie să fie special construite, vopsite bleu și cu inscripția PENTRU OXIGEN — SE VA FERI DE ULEI ȘI GRĂSIMI!; în sala compresoarelor de oxigen nu se montează aparate electrice cu ulei sau alte lichide combustibile;
- Se va asigura iluminat de avarie pentru tabloul AMC și pentru vanele principale ale instalației cu independență de funcționare de minimum o oră;
- Construcția va fi protejată contra trăsnetului iar aparatele, conductele și recipientele fixe se vor lega la pămînt pentru protecție contra încărcării electrostatice și tensiunilor accidentale;
- Instalațiile de automatizare vor asigura:

— Măsurarea și reglarea presiunilor, temperaturii și debitelor;

— Semnalizarea funcționării agregatelor în mișcare, depășirii parametrilor importanți în procesul tehnologic și nivelelor maxim și minim din gazometrele de oxigen gazos, azot, argon gazos și alte gaze rezultate din separarea aerului; semnalizarea convențională între secții (obligatorie între secția de fabricație și stația de îmbuteliere);

— Blocarea funcționării compresoarelor în condiții anormale.

17.8. Instalații electrice aferente instalațiilor care produc sau utilizează acetilena

Se vor utiliza echipamente și materiale admise în medii cu acetilenă conform STAS 6877 (v. § 1.4.2 și § 1.5) și normelor valabile la furnizorul instalației de produs acetilena.

Aparatele AMC în contact direct cu gazele acetilenice vor fi fără piese din cupru sau din aliaje cu peste 65% cupru. Insuflările pentru prevenirea înfundării, nivele etc. vor fi cu azot.

Semnalizarea incendiilor este obligatorie. Dacă nu se dispune de aparate cu protecție corespunzătoare, se pot utiliza aparate de tip normal sau impermeabil amplasate în afara zonei periculoase.

Amplasarea avertizoarelor va respecta regulile din § 18,5.

Întreg aparatajul va fi legat la pămînt.

17.9. Instalații electrice aferente cuptoarelor industriale

Generalități

Recepția utilajului se face prin primirea schemelor electrice și desenelor de montaj precum și a fișei tehnice cu parametrii principali de construcție și exploatare (capacitate, productivitate maximă, putere, factor de putere, temperatură de regim etc.); ea constă în executarea unei topiri de probă (la cuptoarele de topit) sau a unor cicluri de lucru stabilite prin protocol între furnizor, beneficiar și proiectant.

Pentru fiecare cuptor se stabilește experimental încărcătura economică caracterizată prin parametrii cei mai favorabili de consum (curent, tensiune, putere, factor de putere).

17.9.1. *Cuptoare electrice cu arc*

Se vor ridica experimental caracteristicile de funcționare pentru toate treptele tensiunii secundare și reactanței bobinelor de șoc.

Reglajul protecției maximale de curent se acordează cu funcționarea regulatorului automat (obligatoriu pentru cuptoare cu transformatoare peste 500 kVA) sau manual al electrozilor, fără deconectarea instalației; acordarea se

face mărind curentul de demarare (maximum 3,5 I_n) sau temporizarea (maximum 10 s), viteza de ridicare a electrozilor și în caz extrem, reactanța instalației.

Reglarea, supravegherea și întreținerea regulatorului automat vor respecta instrucțiunile furnizorului; valorile rezistențelor care rămîn constante în exploatare se marchează cu linie roșie. Pentru funcționarea normală a regulatoarelor automate se asigură vetrei o rezistență minimă, astfel ca la coborîrea electrodului pe încărcătură fără curent, pe faza respectivă releul de tensiune să aducă regulatorul în poziție neutră. Conductibilitatea vetrei trebuie verificată după fiecare repartiție.

Se va asigura *perfecta funcționare a următoarelor blocaje*:

- Comutarea treptelor de tensiune ale transformatorului fără comutator de reglaj sub sarcină numai cu întreruptor deconectat;

- Conectarea motorului de înclinarea cuptorului numai cu întreruptorul cuptorului deschis; deconectarea automată a acestui motor cînd cuva a primit o înclinare de 15°;

- Interzicerea înclinării cuptorului cînd se încarcă mecanizat prin partea superioară, dacă nu-i închis zăvorul mecanismului de deplasarea bolții sau corpului cuptorului; retragerea sau rotirea bolții sau corpului numai cînd bolta este ridicată;

- Deconectarea motorului cînd cuptorul a ajuns la unghiul limită de înclinare a ciocului de turnare.

În timpul exploatării:

- Electrozii, port-electrozii și rețeaua aferentă se revizuiesc zilnic, înlăturîndu-se înrăutățirea contactelor și alte defecte; suprafețele de contact ale port-electrozilor se curăță cu țunder săptămînal (fără răcire cu apă) și lunar (cu răcire cu apă);

- Legăturile conductelor de alimentare se revizuiesc periodic, asigurîndu-se presiunea și temperatura de contact normale;

- Aparatele de măsură din cabina de comandă vor fi în stare de perfectă curățenie și protejate contra umezelii

și lovirii; în caz de defect al voltmetrelor și ampermetrelor de JT se întrerupe funcționarea cuptorului;

• Se urmăresc temperatura și nivelul uleiului transformatorului și se verifică rigiditatea dielectrică la 2 luni la comutatorul de tensiune și la 6 luni la transformator; schimbătorul de ploturi al transformatorului se verifică după 2000 comutări, înlocuindu-se contactele arse, curățindu-se rezervorul și schimbîndu-se uleiul;

• La 2 luni se verifică prezența carbonului în uleiul întreruptorului; se urmărește cu atenție nivelul uleiului, temperatura carcasei și starea contactelor întreruptorului;

• Pentru regulator se întocmește un grafic de verificare aprobat de energeticul șef stabilind: verificarea mașinilor electrice și a celorlalte elemente ale schemei electrice, verificarea stării de izolație a conductoarelor, verificarea caracteristicilor redresoarelor, valorii rezistențelor, verificarea funcționării fără conectarea transformatorului și în exploatare;

• Înlocuirea și aranjarea electrozilor, etanșarea orificiilor, rotirea carcasei cuptorului și evacuarea șarjei etc. se fac numai cu scoaterea cuptorului de sub tensiune și respectînd NTS.

17.9.2. *Cuptoare electrice cu rezistențe*

La proiectarea instalațiilor aferente:

• Neadmis pozarea rezistențelor pe fundul băilor fără dispozitive speciale de protecție contra depunerii zgurii, țunderului etc;

• Papucii conductoarelor legate la bornele rezistențelor se fixează prin sudarea oxiacetilenică;

• La cuptoarele cu atmosferă de protecție rezistențele vor fi din crom-nichel montate etanș în nuturi; bornele lor și ale termocuplurilor vor fi, de asemenea, etanșate;

• Schema electrică va permite: topirea salpetrului la tensiune scăzută la cuplarea rezistențelor, deconectarea

rezistențelor la ridicarea ușilor, blocarea conectării cuptorului fără funcționarea ventilației (cînd există), trecerea la comandă manuală — la cuptoarele cu cicluri automatizate — numai după terminarea ciclului început; măsura curentului pe fiecare fază la cuptoarele cu încălzitoare ceramice (silite);

• Circuitele de forță și cele de AMCR vor fi independente; boxele elementelor de încălzire se protejează cu o carcasă demontabilă din plasă de sîrmă sau tablă perforată, iar mecanismele cu împrejmuiri speciale.

La exploatarea cuptoarelor și băilor:

• Se admit numai muncitorii anume instruiți, care vor respecta regulile de funcționare și exploatare ale cuptorului;

• Funcționarea cuptorului este permisă numai cu tot echipamentul din schemă în bună stare, asigurată prin revizia la 6 luni a rezistențelor, controlul după grafic a termoregulatoarelor, menținerea înălțimii de instalare a termocuplurilor;

• Deconectarea cuptoarelor în pauză se face numai dacă nu se depășește consumul reîncălzirii cuptorului; încălzirea în băile de azotat de potasiu a aliajelor de magneziu sau a șpanului sau pulberii de aluminiu este interzisă.

17.9.3. *Cuptoare electrice cu inducție*

La proiectarea și executarea instalațiilor aferente:

• Obligatoriu baterii de condensatoare pentru obținerea unui $\cos \varphi = 0{,}95$ la încărcarea nominală a cuptorului, cînd metalul este încălzit cu circa 100°C peste temperatura de topire; pentru puteri de peste 500 kW se prevede reglaj automat $\cos \varphi$ și echilibrarea fazelor;

• Întreruptoarele automate de pe alimentarea inductorului vor avea relee și electromagnetice pe fiecare fază; trecerea de la regimul de alimentare indirect (prin rezistențe de pornire, autotransformatoare de menținere la cald) în

regimul de alimentare direct se face automat în timpul stabilit la darea în funcțiune, dar minimum 5 s;

- Încăperea aparatajului electric (sub platforma cuptorului) va avea instalație de ventilație; dulapul cu aparatele de comandă, semnalizare și măsură va fi etanș, vopsit anticorosiv și montat pe platforma cuptorului;
- Alimentarea cu energie electrică a instalației de răcire cu apă se face din două surse independente prin AAR;
- Schema electrică va asigura ridicarea capacului și bascularea cuptorului pînă la poziția orizontală (cu inductorul scos de sub tensiune), reglarea vitezei de execuție a acestor operațiuni și frînarea automată a sistemului de basculare (pentru evitarea căderii creuzetului în caz de defect la sistemul de comandă).

La recepție și în exploatare:

- La punerea în funcțiune și după fiecare reparație care ar putea afecta caracteristicile de funcționare ale cuptorului, se vor face noi determinări cu aparate clasa de precizie 1,5; la încărcarea nominală a cuptorului, puterea absorbită nu trebuie să difere cu peste 10% de cea nominală
- Regulatoarele automate vor fi puse în funcțiune la trecerea cuptorului în regim de topire; reglarea și întreținerea lor se fac după instrucțiunile furnizorului;
- Rezistențele de pornire, întreruptoarele automate, legăturile de contact, comutatoarele cu ploturi, transformatoarele și condensatoarele vor fi revizuite zilnic cu întreruperea tensiunii.

17.9.4. *Instalații AMCR pentru utilizarea rațională a energiei*

Măsurători necesare: de exploatare (pentru conducerea corectă a procesului tehnologic și asigurarea unei exploatări economice; se utilizează aparate indicatoare sau înregistratoare fixe, în lipsă portative, ale căror indicații se înregistrează în formulare de evidență primară la intervale de maxi-

mum 30 minute (o oră) la cicluri tehnologice sub (peste) 6 luni, respectiv cînd se stabilește necesitatea măsurătorilor (cu aparate portative).

Dotare minimală: contoare de energie activă și reactivă pe barele de alimentare ale transformatorului, wattmetru înregistrator înainte de transformator, ampermetru pe fiecare fază la ieșirea din transformator, voltmetru înainte și după transformator.

17.10. Instalații electrice aferente utilajelor de înaltă frecvență

17.10.1. *Reguli generale*

La proiectarea și executarea instalațiilor:

- Instalațiile vor fi prevăzute cu îngrădiri și blocaje conform NPM; elementele de construcție, carcasele și împrejmuirile din metal se leagă la pămînt; pentru întrerupere vizibilă, pe lîngă întreruptorul automat principal, se prevede un separator sau întreruptor cu pîrghie (la instalațiile de mică putere este suficientă conectarea prin fișă cu priză); condensatoarele vor avea dispozitive de descărcare cu intrare automată în funcție la deschiderea ușilor sau îngrădirilor de acces;

- Răcirea cu apă se va face din momentul conectării instalației pînă la răcirea completă a piesei tratate, continuîndu-se deci și după deconectarea instalației cît este necesar; apa de răcire a elementelor aflate sub tensiune (inductoare, transformatoare de adaptare etc.) va circula prin conducte, iar racordurile dintre ele vor fi din furtune izolante; ajutajele metalice pentru scurgerea liberă a lichidelor în pîlnie se leagă la pămînt;

- Reducerea coroziunii prin curenți de scăpări se face prin legarea la pămînt a țevilor metalice din sistemul de răcire cu apă în vecinătatea îmbinărilor cu furtunele izolante.

La recepționarea instalațiilor se va urmări:

- Execuția conform cerințelor anterioare;
- Înscrierea în valorile admise a intensității cîmpului electromagnetic la locul de muncă privind securitatea oamenilor și paraziții radio; instalațiile din gama frecvențelor radio să fie înregistrate la MTTc;
- Probele de funcționare, executate conform programului întocmit cu furnizorul, să dea rezultatele preconizate.

Instalațiile vor fi servite de electricieni (pentru partea electrică) și operatori-termiști (pentru producția în sine), delimitîndu-li-se cu precizie competențele prin instrucțiuni locale. Exploatarea se face numai pe baza documentației tehnice, respectîndu-se cu strictețe parametrii de funcționare, supraveghindu-se sistematic încălzirea elementelor de construcții datorită curenților induși de cîmpurile electromagnetice și luîndu-se măsuri de reducere prin ecranarea surselor; menținînd curățenia perfectă a instalației. Reglajul aparatelor electrice și al regimurilor tehnologice se execută de minimum 2 persoane special instruite (una cu practică de minimum 3 ani), cu luarea măsurilor de protecție corespunzătoare.

La controlul funcționării instalației se va urmări:

- Siguranța ecranării și punerea la punct a blocurilor; funcționarea neîntreruptă a dispozitivelor de blocare pentru securitate precum și precizia și succesiunea conectării elementelor instalației;
- Curățenia și integritatea contactelor aparatelor cu număr mare de conectări și corecta lor funcționare; starea izolației bobinelor aparatelor de comandă și reglare;
- Lipsa crustelor pe suprafața răcită cu apă a pieselor și lipsa de praf pe elementele instalației.

17.10.2. *Reguli pe categorii de instalații*

Convertizoarele de înaltă frecvență rotative:

- Se instalează în încăperi separate, izolate fonic, dacă produc zgomot mai mare de 80 dB;

• Racordul electric la mașinile de încălzit se face în cablu sau bare neizolate protejate; conductorul direct și cel de întoarcere vor avea ecran comun pentru prevenirea încălzirii excesive și căderilor de tensiune date de creșterea reactanței inductive; șuruburile de îmbinare a barelor pentru curenți peste 200 A se vopsesc obligatoriu cu vopsea termostabilă.

Cuptoarele de inducție pentru topire:

• Dacă se alimentează din barele unui schimbător singular de frecvență, nu trebuie să permită atingerea inductorului sub tensiune;

• În timpul topirii este interzisă atingerea încărcăturii cu scule neizolate sau mîna fără mînuși dielectrice;

• Conectarea sub tensiune a condensatoarelor de circuit pentru reglarea circuitului oscilant în timpul topirii este permisă numai dacă există separare acționată de la distanță; deconectarea lor sub tensiune este interzisă;

• Protecția împotriva corodării se semnalizează prin dispozitive speciale.

Punctele de încălzire pentru tratare termică (piese de forjă, laminoare, mașini de sudat etc.) se înglobează în agregatul respectiv, ținînd seama ca:

• Să fie realizată protecția contra atingerilor directe;

• La punctele de tratare termică în masă a pieselor de același tip (mașini de călit, cuptoare de revenire sau cimentare etc.) aparatele electrice și elementele conductoare de curent se împrejmuiesc cu carcase metalice cu uși cu blocaj de întrerupere a alimentării la deschiderea lor; dispozitivele de încărcare nu vor permite atingerea între piese de tratat și părțile sub tensiune;

• La celelalte puncte de încălzire (pentru lipire și sudură etc.) aparatele de IF și de pornire și reglare se protejează cu blocajele necesare (excepție inducatoarele de încălzire și bornele secundare ale transformatoarelor de adaptare de IT, dacă protecția împiedică lucrul, în care caz se iau alte măsuri de protecție);

• Pentru inductoarele de încălzire cu funcționare deschisă, cuplate prin transformator coborîtor de IF se iau măsuri de protecție ca: amplasarea butoanelor de comandă în apro-

pierea inductorului cu acces ușor, înzestrarea operatorului-termist cu mijloace individuale de protecție (v. § 15.1.1), protejarea părților conductoare cu materiale izolante rezistente la căldură, instalare de plăci avertizoare corespunzătoare condițiilor locale, legarea obligatorie la pămînt a unei borne secundare a transformatorului de adaptare.

Instalațiile de IF de ultrasunet și de frecvență radio:

- Schimbătoarele electronice de frecvență vor avea blocaje care să împiedice: funcționarea transformatorului anodic pînă la conectarea sistemului de răcire cu apă și a circuitelor de încălzire a tuburilor (cînd există); conectarea tensiunii anodice și negativării suplimentare de grilă cînd ușile blocurilor schimbătorului sînt deschise; conectarea tensiunii anodice sub sarcină, cînd nu-s închise grilele tuburilor oscilatoare;
- Dacă transformatorul anodic este în cameră separată se va bloca conectarea lui de la distanță cînd cuva este deschisă;
- Condensatorul anodic de separație pentru blocaj se calculează pentru dublul tensiunii de lucru a anodului tubului oscilator; cînd există o legătură capacitivă în circuitul anodic oscilant, se prevede o bobină de securitate și un circuit automat de descărcare la deconectare;
- Periodic se verifică frecvența oscilațiilor;
- Circuitele de alimentare de IF se prevăd cu cabluri speciale de IF cu înveliș de ecranare sau cu ecrane metalice legate la pămînt; împrejmuirile și carcasele elementelor de IF vor fi continui și cu contacte bune la îmbinări; elementele purtătoare de curenți de IF vor fi de regulă ecranate (cînd ecranarea nu poate fi realizată complet din motive tehnologice, instalația se montează în încăperi sau incinte separate;
- Cînd este necesară exploatarea neecranată a punctelor de încălzire, procesul tehnologic va fi automatizat și comandat de la distanță pentru excluderea prezenței lucrătorilor în ziua de influență a cîmpurilor electromagnetice;
- Condensatoarele destinate încălzirii în cîmpul electric de IF, alimentate de regulă de la o sursă de frecvență mai ridicată, se amplasează în locuri ecranate, atît pentru

protecția personalului contra atingerilor directe cît și pentru reducerea cîmpurilor de dispersie pînă la valorile cerute de normele sanitare sau de perturbațiile radio; în cazul încărcării periodice a condensatorului de lucru, orificiile de încărcare se acoperă cu ecrane-uși demontabile, prevăzute cu blocaje corespunzătoare;

• La instalațiile cu benzi rulante, cu debitare și evacuare continuă a materialelor, orificiile de încărcare și descărcare trebuie de asemenea ecranate;

• Instalațiile importante cu funcționare continuă, alimentate din schimbătoare de frecvență electronice, se prevăd cu dispozitive de încălzire continuă a tiratroanelor sau gazometrelor de rezervă pentru asigurarea înlocuirii rapide a celor ieșite din funcțiune.

17.11. Instalații electrice aferente utilajelor de ridicat și transportat

17.11.1. *Instalații aferente macaralelor*

Instalațiile se proiectează și execută conform STAS 2002 iar darea în exploatare se face după obținerea autorizației de funcționare din partea organelor locale ISCIR.

Serviciul la utilaj se face de personal specializat, obligat să posede cunoștințele necesare de electrotehnică și să cunoască regulile de acordare a primului ajutor; electricienii de exploatare trebuie să cunoască instrucțiunile locale, schema electrică și execuția ei, normele de uzură și funcționarea echipamentului electric și mecanic.

În exploatare:

• La intrarea în schimb, echipamentul va fi controlat conform instrucțiunilor de serviciu locale;

• Comanda acționării se face din locurile prevăzute; în caz de oprire accidentală, macaragiul e obligat să aducă pe poziția zero aparatele de pornire, să deconecteze întreruptorul principal și să anunțe pe șeful de tură;

- În timpul funcționării se supraveghează sistematic încălzirea motoarelor, electromagneților, rezistențelor și lagărelor, comutarea circuitelor și indicațiile aparatelor de măsură, fără permiterea funcționării în suprasarcină sau cu tensiune scăzută sub limite admise;

- Cel puțin o dată pe lună se verifică starea echipamentului (dispozitive de frînare, electromagneți, colectoare și perii, controlere, linii de contact, limitatoarele de cursă, legarea la pămînt, grilajele și balustradele de protecție, scările etc.), ungerea lagărelor, reglajul protecției electrice; cel puțin o dată pe an se verifică rezistența de izolație cu megohmetrul la motoare, aparate și trolee;

- Reparațiile echipamentului electric se fac în timpul reparației utilajelor din atelierul servit și vor cuprinde după caz: înlocuiri de bobine la electromagneți și frîne, de contacte la trolee și de portperii sau perii, repararea întreruptoarelor automate, controlerelor, rezistențelor etc. (în cadrul reparațiilor mijlocii, prevăzute normal o dată pe an); rebobinarea motoarelor, reostatelor și electromagneților, repararea sau înlocuirea troleelor, limitatoarelor de cursă etc. (în cadrul reparațiilor capitale, prevăzute normal o dată la 2...3 ani).

Se menționează: intervenții în timpul funcționării sînt interzise; după reparații, darea în exploatare se face numai de persoana care garantează funcționarea instalației fără pericol.

17.11.2. *Instalații aferente ascensoarelor*

Instalațiile aferente construcției în care se montează ascensorul (pentru persoane sau materiale):

- Coloana de alimentare a tabloului principal din încăperea mașinilor va fi cu conductoare AFY sau FY sau cablu ACYY sau CYY (funcție de caracteristicile mediului de pozare); plecarea ei va fi din tabloul general al clădirii, direct din circuitul de siguranțe (fără întreruptor) în blocurile de locuințe sau dinaintea întreruptorului general (siguranțelor generale) în clădirile înalte în care trebuie

asigurată funcționarea ascensorului în caz de incendiu; protecția conductoarelor se face în tub IPY, IPEY, PEL;

• Iluminatul puțului ascensorului se face printr-un circuit separat de celelalte circuite ale instalației de iluminat ale clădirii, racordat la plecare ca și coloana de alimentare a tabloului din camera mașinilor iar la sosire, la o doză de ramificație instalată la baza puțului (restul circuitului se execută de instalatorii ascensorului după proiect special); conductoarele circuitului, ca și în cazul coloanei menționate anterior;

• Instalația de legare la pămînt a ascensorului va fi constituită din glisierele acestuia, asigurîndu-se continuitatea electrică și încastrarea în pămînt; funcție de situație, vor fi legate electric la priza de pămînt a clădirii sau vecină.

Instalațiile proprii ascensorului:

• Circuitele se execută cu conductoare din cupru izolate; circuitele de protecție, blocare și comandă de la controler se conectează de regulă după întreruptorul general;

• Contactoarele pentru reversibilitatea motoarelor electrice vor avea blocaj mecanic și electric;

• În încăperea mașinilor și pe cabina ascensorului se montează cel puțin cîte o priză de maximum 24 V; circuitul lămpilor din cabină se conectează înaintea întreruptorului principal (se admite și după, dacă se prevede și iluminat de siguranță); între pardoseală și corpul de iluminat din cabină trebuie să fie minimum 1,8 m (pentru persoane) sau cît să nu stînjenească manipulările de materiale;

• Carcasele motoarelor electrice, panourile de contactoare, restul echipamentului cu tensiuni periculoase se leagă la nul și la pămînt; cele din cabină, cu ajutorul unui conductor special, de la cablul de suspensie.

La controlul, verificarea și întreținerea instalațiilor:

• Mai întîi se verifică absența oamenilor din puțul (galeria) ascensorului, din groapa de descărcare, din cabină și din încăperea mașinilor, după care se afișează pe ușile de acces în cabină de la toate nivelurile plăci avertizoare cu inscripția „ASCENSORUL NU FUNCȚIONEAZĂ — ESTE ÎN REPARAȚIE!“

• La controlul cabinei și altor subansambluri, ușile încăperii mașinilor vor fi încuiate, dacă nu este necesară prezența ajutorului de electrician în ea; controlul încăperii mașinilor și utilajului din ea, al contactelor de la uși și al circuitelor de comandă se face numai în absența tensiunii, blocînd mînerul întreruptorului în poziția deschis sau punînd între contactele fixe și mobile o placă din material izolant și afișînd pe mînerul întreruptorului placa „NU ÎNCHIDE, SE LUCREAZĂ!"

• Verificarea utilajelor din galerie se face de pe acoperișul cabinei în repaus; mișcarea cabinei cu electricianul înăuntru este admisă numai de sus în jos, pe distanțe mici, la palierele inferioare; în groapa de descărcare, verificarea se face numai cu cabina urcînd și după montarea unui pod de protecție la înălțimea de 1,5 ...2 m (în timpul verificării prinzătoarelor, limitatoarelor de viteză și întreruptorului de fine de cursă este interzisă prezența persoanelor în cabina ascensorului);

• În caz de defecțiuni în timpul verificării, liftierul sau însoțitorul vor deconecta imediat întreruptorul din încăperea motoarelor, afișînd placa „ASCENSORUL NU FUNCȚIONEAZĂ — ESTE ÎN REPARAȚIE!" pe ușa de la primul nivel și va comunica electricianului sau mecanicului de serviciu; punerea în funcțiune de liftier se face numai după înlăturarea defectului;

• La verificarea echipamentului electric se constată: starea lui, rezistența de izolație (se măsoară cel puțin o dată pe an), rezistența instalației de legare la pămînt (idem, sub 4 Ω), întreruptoarele de fine de cursă, contactele ușilor de acces, prinzătoarelor și dispozitivelor de viteză, dispozitivele de viteză și de întindere, blocajele.

Reparația se face de cel puțin două persoane, respectîndu-se măsurile anterioare cu specificația că se încuie cu lacăt încăperea motorului cînd se lucrează în galerie, groapa de descărcare sau încăperea scripeților.

17.12. Instalații electrice pe șantiere

Particularitatea principală a instalațiilor electrice de pe șantierele de construcții-montaj o constituie caracterul lor de provizorat și mobilitate, datorat duratei lor limitate, cerînd rezolvări speciale pentru instalațiile în sine și pentru protecția muncii. Materialele și aparatele, ca și execuția instalațiilor trebuie să ofere totuși același grad de siguranță în funcționare și protecție a oamenilor ca și instalațiile definitive.

Instalațiile de alimentare cu energie electrică. Asigurarea puterii maxime cerute de receptoarele șantierului, pe cît posibil, va fi realizată din instalațiile definitive ale beneficiarului, a căror proiectare și execuție va fi etapizată în vederea satisfacerii acestui deziderat. Soluții provizorii se adoptă numai dacă soluția definitivă nu poate fi realizată în timp util; în acest caz sursele pot fi: rețeaua publică de distribuție de JT; posturi de transformare prefabricate amplasate pe cît posibil în centrele de greutate ale sarcinilor, grupuri electrogene (cînd nu există posibilitatea racordării economice și în timp util la rețeaua publică).

Rețelele de distribuție din incinta șantierului se execută de regulă aerian, preferabil pe stîlpi de lemn sau de metal recuperabili; fac excepție rețelele de MT care se execută aerian numai dacă transformatoarele necesare șantierului nu pot fi amplasate pe locurile posturilor trafo definitive. Conductoarele de fază vor fi din aluminiu de tip funie, respectînd secțiunea minimă (v. § 16.1.2); la traversări de drumuri principale vor fi prevăzute legături duble.

Coloanele și circuitele instalațiilor interioare fixe din construcțiile provizorii ale șantierului se vor executa ca în clădirile definitive (v. cap 16). Circuitele la receptoarele mobile se execută cu cordoane din cabluri menționate în § 2.1.3.6.

Tablourile de distribuție vor fi din cutii cu cheie sau capsulate, cu întreruptoare generale, cu garnituri de etanșare, mobile, racordate la puncte de alimentare montate pe stîlpii rețelei de distribuție.

Instalațiile electrice de iluminat. Se prevăd iluminat normal și iluminat de pază. Pentru lucrul într-un schimb, iluminatul normal se reduce la iluminatul drumurilor pe care pot sosi materiale noaptea, al magaziilor de materiale, al gropilor de stins var etc. Pentru lucrul în mai multe schimburi se prevăd în plus: iluminarea lucrărilor de turnarea betoanelor și a suprafețelor de lucru (cu corpuri de iluminat la minimum 3 m înălțime de planșeu și alimentate din tablouri în execuție protejată; tabloul va fi racordat prin cablu cu 3 conductoare — al treilea de protecție — de la o priză cu contact de protecție și va avea întreruptoare bipolare pentru fiecare circuit; iluminarea încăperilor unde se execută lucrări de finisaj (tencuieli, parchete etc.) sau de instalații (cu lămpi portabile, amplasate convenabil și prevăzute cu grătar de protecție și dulii din material izolant); lămpile sînt racordate la prizele de lîngă uși prin cordoane MCM, iar prizele sînt racordate la circuite provizorii pozate pe coridoare. Iluminatul de pază se face pentru satisfacerea situației proiectate definitive; cînd nu e necesar un astfel de iluminat, se prevede numai pentru șantier un iluminat pentru paza materialelor și valorilor importante.

Nivelurile de iluminare asigurate vor fi cele normale (v. § 12.1).

Instalațiile electrice de forță. Cînd este posibil, receptoarele de forță vor fi alimentate din instalațiile de distribuție definitive prin circuite separate racordate fie direct la tablourile de distribuție (pentru receptoarele fixe), fie la prize (pentru receptoarele mobile — prin cordoane în execuție grea sau mijlocie, după caz). Cînd nu-i posibil, se utilizează tablourile șantierului montate fix sau mobile, cu circuite la receptoare ca mai sus.

Protecția împotriva electrocutării. Ori de cîte ori este posibil se utilizează tensiunea redusă, separarea de protecție sau izolarea suplimentară de protecție (v. 15.1.1); cînd nu este posibil aceasta, se utilizează legarea la nulul de protecție conform celor arătate în § 15.3.4.

Utilajele legate la rețeaua generală de protecție vor fi prevăzute cu plăci avertizoare metalice cu inscripția „VERIFICĂ LEGĂTURILE UTILAJULUI LA REȚEAUA DE PROTECȚIE ÎNAINTE DE PORNIREA LUI!"

18. INSTALAŢII DE TELECOMUNICAŢII LA ABONAT

18.1. Generalităţi

Compunerea de principiu a instalaţiilor de telecomunicaţii este arătată în fig.18.1.

Centralele Tc se instalează în încăperi care trebuie să îndeplinească următoarele condiţii: amplasare în centrul de greutate al reţelei respective, de regulă la parter (exclus subsolul), excepţional la etaj, cu asigurarea rezistenţei planşeelor şi a protecţiei la seism (pînă la 200 L, la primele două etaje); posibilitate de transport a echipamentului pe căile de acces; lumină şi ventilaţie naturale; condiţii normale de mediu, fără acces direct din exterior, ferite de incendiu, trepidaţii şi zgomote, fără conducte de instalaţii străine încăperilor; nu sub încăperi U3 (v. § 1.3.3).

Punctele de concentrare (unul sau mai multe de fiecare clădire) adună circuitele posturilor din încăperea respectivă. Sînt constituite din cutii terminale (maximum 5 circuite) sau firide cu reglete de conexiuni (peste 5 circuite), comune pentru instalaţiile de telefon, dispecer sau interfon şi ceasuri (dacă nu perturbă prin semnalele amplificate sau n-au funcţiuni de alarmare la incendiu).

Intrarea racordurilor exterioare subterane din cabluri la punctele de concentrare se protejează cu tub PVC-U ∅ 63 mm, înglobate în fundaţia clădirii sau îngropate sub tencuială.

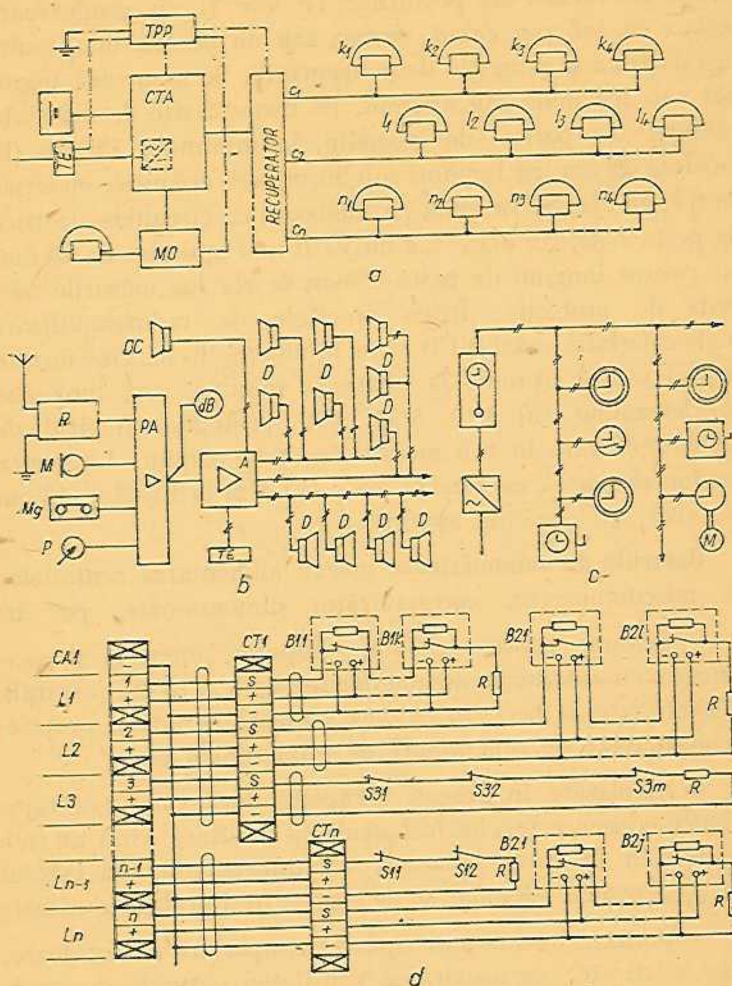


Fig. 18.1: Schema bloc a instalațiilor de telecomunicații uzuale în întreprinderi:

a — instalații telefonice; *b* — instalații de radioamplificare; *c* — instalații de ceasuri; *d* — instalații de avertizare incendiu.

Circuitele dintre punctele de concentrare și prizele sau dozele de racord ale posturilor Tc vor fi cu conductoare izolate în tub sau cablu, comun sau nu pentru mai multe instalații ca și punctele de concentrare. Se montează îngropat sub tencuială sau aparent, pe trasee ferite de influența căldurii sau pericol de incendiu, la minimum 25 cm (în locuințe 15 cm, pe lungimi sub 30 m) sub circuitele electrice de JT, 50 Hz. Se va evita paralelismul cu circuitele electrice de peste 1 kV; în orice caz nu va fi mai apropiat de 40 cm, iar pentru lungimi de peste 150 m se vor lua măsurile normate de protecție. Între circuitele de radioamplificare și ale celorlalte instalații Tc vor fi minimum 20 cm; cînd nu este posibil se pot apropia la (distanță minimă, cm/ lungimea paralelismului, m) 5/10, 3/30, 2/10, protejînd circuitul de radioamplificare în tub metalic legat la pămînt. Lungimea conductelor se ia cu rezervă de 1 ... 1,5 m la firidă și 15 cm la priză sau doza de aparat.

Bateriile de acumulatoare pentru alimentarea centralelor de telecomunicații, corespunzător dimensionate, pot fi:

— Comune pentru telefonie, dispecer, interfon și ceasoficare, cu autonomie de funcționare de 6 ... 10 ore (centrala de avertizare de incendiu va avea obligatoriu baterie proprie, cu autonomie de funcționare de minimum 8 ore);

— Amplasate în aceeași încăpere, dacă este avantajos tehnico-economic (exclus însă acide cu alcaline); cînd nu este posibil, în încăperi separate, de dimensiunile din tabelul din § 8.2. pentru telefonie și de circa 4 m^2 în celelalte cazuri;

— Montate în dulapuri tipizate, amplasate pe coridoare, casa scării etc., cu asigurarea ventilației naturale și securității (numai pentru baterii pînă la 24 V/108 Ah).

Prizele de pămînt pentru instalațiile Tc vor fi de regulă comune cu ale celorlalte instalații electrice (v. § 15.2.2.),

cu $R_p \leqslant 4\ \Omega$; ele se vor conecta la un tablou special de legare la pămînt, amplasat de regulă în încăperea echipamentului servit.

Posturile Tc necesare în locuri zgomotoase (cazangerii, forje etc.) vor fi instalate în cabine izolate fonic şi vor avea semnalizare acustică şi optică; aparatele de semnalizare acustică a membrilor formaţiilor civile de pompieri şi a celor în pericol vor emite semnale distincte de cel puţin 10 dB peste nivelul de fond, dublate cu semnalizare optică.

18.2. Instalaţii de telefonie

Dotare. Se prevăd (v. şi decret 100/80):

— Minimum un post telefonic de: apartament, încăpere pentru birou, încăpere pentru maiştrii sau alt personal conducător în producţie, în spaţii pentru public (săli de aşteptare, vestiare, holuri etc.) cu acordul beneficiarului, la staţiile de pompe de incendiu, în încăperile cu echipamente Tc cu funcţiuni la incendiu;

— Minimum 2 posturi telefonice în staţiile CFU (unul conectat la reţeaua întreprinderii, celălalt la reţeaua feroviară prin BL);

— După necesităţi, în birourile mari cu activitate culegături exterioare multiple (aprovizionare, contabilitate etc.);

— Conform normelor departamentale respective, la remizele PSI.

Funcţie de importanţa şi numărul lor posturile telefonice din instituţii şi întreprinderi se conectează la reţeaua publică direct sau prin centrală telefonică locală. La dimensionarea acesteia se lasă o rezervă de capacitate de 10%, iar numărul posturilor în derivaţie (maximum o derivaţie pe post) nu va depăşi 10% din capacitatea centralei.

Spații necesare centralei telefonice:

Tipul centralei	Bateria V/Ah	Încăperi-$L \times h$, m/S,m² – sarcină, kN/m²					TD kW/U_n,V
		Centrală	Operatoare	Baterie	Sas	Odihnă	
1	2	3	4	5	6	7	8
CTM-BL 10÷30L	–	$\frac{2,0\times2,5}{5-2}$	–	–	–	–	–
60÷100L	–	$\frac{2,0\times2,8}{7-2}$	–	–	–	–	–
CTM-BC 7÷15L	24/27	$\frac{2,0\times2,5}{5-2}$	comună	–	–	–	–
50÷100L	24/27	$\frac{2,0\times2,8}{7-2}$	comună	$\frac{1,5\times2,5}{4-2}$	–	–	$\frac{1}{220}$
CTA-P 50L	48/27	$\frac{2,0\times2,5}{7-2}$	$\frac{2,8\times2,5}{5-3}$	$\frac{1,5\times2,5}{4-2}$	–	–	$\frac{2}{220}$
100L	48/108	$\frac{2,5\times2,0}{10-5}$	$\frac{2,0\times2,5}{6-3}$	$\frac{1,5\times2,5}{5-2}$	–	–	$\frac{3}{380/220}$
150÷200L	48/180	$\frac{2,5\times2,8}{17-5}$	$\frac{2,0\times2,5}{6-3}$	$\frac{1,5\times2,5}{5-2}$	–	–	$\frac{3}{380/220}$

1	2	3	4	5	6	7	8
200÷400L	48/216÷360	$\frac{4,5\times 3,2}{35-5}$	$\frac{2,5\times 2,5}{10-2}$	$\frac{2,5\times 2,5}{10-6}$	$\frac{1\times 2,5}{2-2}$	—	$\frac{5}{380/220}$
400÷600L	48/360÷504	$\frac{4,5\times 3,2}{55-5}$	$\frac{2,5\times 2,5}{16-2}$	$\frac{2,5\times 2,5}{10-6}$	$\frac{1\times 2,5}{2-2}$	—	$\frac{7}{380/220}$
600÷1000L	48/720	$\frac{6,0\times 3,2}{85-5}$	$\frac{4,0\times 2,5}{20-2}$	$\frac{4,0\times 2,5}{18-6}$	$\frac{2\times 2,5}{4-2}$	$\frac{2\times 2,5}{8-2}$	$\frac{10}{380/220}$
1000÷2000L	48/720	$\frac{9,0\times 3,2}{120-5}$	$\frac{4,0\times 2,5}{30-2}$	$\frac{4,0\times 2,5}{18-6}$	$\frac{2\times 2,5}{4-2}$	$\frac{2\times 2,5}{8-2}$	$\frac{15}{380/220}$

Notă. 1. Pentru centralele Pentacros P-50; 100 *L* echipamentul se poate instala într-o încăpere cu operatoarea despărțit prin paravan.

2. Cînd dulapurile CTA-Pentacros se montează spate în spate, sarcina pe planșeu se va considera de 9 kN/m².

3. Camera operatoarei și a centralei vor fi alăturate, cu ușă sau ghișeu 500 × 500 mm între ele. În camera operatoarei se admit ca alte instalații Tc numai centrala de ceasuri.

Camera centralei: pereți vopsiți cu ulei; pardoseală cu parchet, linoleum sau PVC; la peste 200 L, plafon cu cleme de ancorarea echipamentului distanțate la 1 ... 1,5 m. Pentru CTA ⩾ 300 *L*, recomandabil la parter, cu perete exterior în direcția de concentrare a rețelei exterioare. În subsol se amenajează galeria de cabluri $L \times H = 1,5 \times 1,8$ m, astfel ca să debușeze printr-o fantă 15 cm lățime la peretele plin cu repartitorul (lungimea fantei, funcție de numărul de cabluri). În camera centralei se admite montarea și a ramelor de relee și echipamentului auxiliar ale centralelor de dispecer, dacă se asigură loc.

4. Telexul la abonat nu necesită spațiu special de montare; se instalează de regulă pe mese speciale în camere cu alte destinații, unde lucrează personalul de servire.

Alimentarea cu energie electrică, în c.c., de regulă prin redresor în tampon cu o baterie de acumulatoare (v. § 18.1). Redresorul se alimentează din tabloul prevăzut în coloana 8 din tabel; *TD* se racordează pentru puterea respectivă la tabloul de distribuție al clădirii.

Circuitele telefonice vor fi:

— Pentru posturile normale, cu 3 conductoare (unul comun pentru circuitele din același tub sau cablu);

— Pentru posturile speciale (de exemplu, aparate serie între conducere și secretariat), cu numărul de conductoare din schema aparatului;

— Conductoare TY (∅ 0,5 mm pentru lungimi sub 50 m sau ∅ rezistent la tragere, pentru lungimi mai mari) protejate în tub conform tabelului:

n	6	8	11	17	23	24
PEL	12,8	16,0	17,8	19,9	25,5	—
IPY	10,4	13,4	15,4	21,7	—	28,1
IPEY	—	13,4	16,8	21,8	—	21,1

— Cablu ∅ 0,5 mm: în medii normale, cu izolație și manta din masă plastică, eventual, ecranat; în medii umede, cu izolație de hîrtie și manta de plumb;

— Între doză (la circuite sub tencuială) sau cutii terminale (la circuite aparente) și aparat, conductor TIO-2 ×0,9, TIOY-2 ×0,9 sau 2 ×T-0,5;

— Pentru conexiuni (punți) la elementele de concentrare conductoare de cupru tip fir săritor 2(3) ∅ 0,5 mm.

Firidele (cutiile) telefonice au fundul placat cu PAL ignifug, gros, 2 cm, vopsit cu ulei, iar pereții sclivisiți. Partea metalică se leagă prin OL ∅ 4 mm la instalația de legare la pămînt a clădirii, iar firidele de pe diferite niveluri se leagă în linie dreaptă prin tub PVC—∅ 39 mm. Dimensiunile firidei (cutiilor): pentru 25 circuite — 560 × 560 × × 100 (600 × 500 × 100) mm; pentru 50 circuite — 760 × × 560 × 130 (600 × 800 × 130) mm; peste 50 circuite — de la caz la caz.

18.3. Instalații de dispecer, interfon și căutare persoane

Dotare. Numai în cazuri bine justificate, pentru legături nemijlocit între anumite locuri de conducere sau control a producției și (sau) între acestea și conducerea unității, Numărul posturilor este limitat de posibilitatea exercitării funcției de dispecer (nu de operator).

Spații necesare montării echipamentului. Se prevăd:

— Centralele de dispecer tip pupitru (fără rame de relee și amplificare), echipamentul de interfon și cel de căutarea persoanelor se montează pe sau alături de masa de lucru a dispecerului;

— Centralele de dispecer cu rame de relee și amplificare se montează în aceeași încăpere cu dispecerul; ramele de relee și echipamentul auxiliar pot fi montate în camera CT — v. nota 2 § 18.2);

Circuitele vor avea numărul de conductoare cerut de tipul de echipament adoptat. Materiale și montaj, conform § 18.2.

18.4. Instalații de radioficare și TV

Dotare. Se prevăd unde se cer transmiteri de comunicări, programe radio, conferințe, avertizarea personalului în pericol, dirijarea activității de la distanță etc. fără stînjenirea activității principale.

Spații necesare stației de radioamplificare:

— De regulă în încăperi separate cu dimensiunile:

Puterea stației, W	50 ... 100	200	2×200	5×200
$l \times h$, m—S, m²	2,5×2,5—9	3×2,5—9	3×2,5—12	3,5×2,5—16

— Sarcina planșeului: pînă la 400 W — 3 kN m²; peste 400 W — 500 kN m²;

— Cabina de crainic (dacă este necesară) va fi adiacentă stației, de circa 4 m², izolată fonic.

Pentru instalațiile TV cu circuit închis, funcție de specificul funcțional, se prevede încăpere separată (12 m^2 cu o latură de circa 4 m) sau montaj în încăperi cu alte destinații înrudite (dispecer, radioamplificare, semnalizare incendiu)

Alimentarea cu energie electrică se face:

— pînă la 200 W, direct din prize separate pentru stație și pentru echipamentele auxiliare (magnetofon, pickup, radio);

— peste 200 W, din tablou electric propriu pentru 1 kW cu numărul de circuite cerut de numărul de rame de amplificare și de sursele de programe.

Circuite: obișnuit 2AFY (cînd servește și pentru căutare de persoane, 3AFY), protejate în tub; cînd tuburile nu se pot îngropa și este posibil, se admite AFYY. Secțiunea conductorului trebuie să asigure 10 dB la cel mai depărtat difuzor. Derivațiile la difuzoare se termină cu prize de radioficare montate la maximum 1,5 m de locul difuzorului.

Firidele (pentru minimum 5 circuite, adîncime 100 mm sau — cu transformatoare la abonat — 195 mm) se montează la 1,5 ... 2,1 m de pardoseală și se leagă cu locul de intrare pentru racordul exterior prin tub PVC ∅ 63 mm.

Pentru recepțiile TV se prevăd antene colective la clădiri cu minimum 6 apartamente; pentru clădirile industriale necesitatea lor se stabilește de la caz la caz. Compunere: grupul de antene de recepție cu suportul lor, grupul de amplificatoare RTV, rețeaua de cabluri coaxiale 75 Ω — ELECTROMUREȘ cu prizele duble P21020 P21021 pentru racordarea aparatelor de recepție (cablurile se protejează în tub IPY montat de regulă îngropat).

18.5. Instalații de ceasuri electrice

Dotare. Recomandabil la: centrala telefonică, centrala de avertizare incendiu, secretariate, birouri de informații, cabina de portari, formații de pompieri, vestiare mari, holuri sau culoare cu circulație intensă, birourile perso-

nalului de conducere, în încăperile de conducerea și dirijarea circulației din stațiile CFU și pe fațada clădirii lor și în alte încăperi unde activitatea cere cunoașterea orei exacte. Pentru pontaj se prevede 1 ceas la 250 oameni pe schimb și loc de intrare. În zone periculoase importante sau vitale, lipsite de supraveghere permanentă, se prevăd ceasuri de control pentru rondurile personalului însărcinat să le facă.

Spații pentru centrala de ceasuri se rezervă de regulă în camera operatoarei telefoniste (v. nota 3 din tabelul § 18.2); cînd nu-i posibil se prevăd spații anume destinate cu dimensiunile:

Centrală	mică (60 ceasuri)	mijlocie (60÷100 ceasuri)	mare (180 ceasuri)
$L \times l \times h$, mm	2,5×1,5×2	2,8×2×2	3,5×3,5×2

Circuitele de ceasuri se leagă după scheme radiale sau arborescente, cu ceasurile în serie sau în paralel, funcție de tipul centralei. Pentru ceasurile destinate direct procesului de producție și controlului se recomandă circuite separate.

Numărul de ceasuri pe circuit trebuie să asigure minimum 0,8 U_n la cel mai depărtat ceas de ceasul mamă.

Materialul circuitelor, vs § 18.2.

18.6. Instalații de semnalizarea incendiilor

Dotare. Se prevăd cu instalații speciale de semnalizarea incendiilor construcțiile și instalațiile de categoriile A, B, C pericol de incendiu sau alte obiective de importanță deosebită. Nu se prevăd cu astfel de instalații clădirile fără importanță deosebită echipate cu sprinklere.

Spații pentru centrale de avertizare incendiu. De regulă, în clădirea formației civile de pompieri; excepțional în alte locuri impuse de condițiile de exploatare, dar în spații eparate de restul construcției prin pereți (planșee) cu limita de rezistență

la foc de 2(1,5) ore, cu uși pline sau cu geam armat. Încăperea va fi la parter, cu acces ușor din exterior dar nu direct.

Criterii de proiectare:

— Semnalizarea să permită identificarea ușoară a locului incendiului prin limitarea zonei unei linii la maximum 500 m²;

— Încărcarea liniilor să fie în limita rezistenței admise;

— Supravegherea permanentă a integrității circuitului prin utilizarea contactelor n.î. ale aparatelor de semnalizare pentru circulația unui curent de repaus a cărui întrerupere să fie sesizată;

— Evitarea semnalelor false sau intempestive prin amplasarea detectoarelor ferită de influența căldurii, flăcării, gauzelor etc. străine incendiului;

— Utilizarea pentru alarmare și supraveghere a instalațiilor de radioamplificare, respectiv TV cu circuit închis;

— Alegerea aparatelor de semnalizare: de regulă acționate manual (dacă intervenția se asigură în timp util), la nevoie cu acționare automată (dacă: nu există supraveghere permanentă, incendiul nu poate fi observat ușor, se impune intervenție imediată), dublată totdeauna de acționarea manuală; precizări:

- Butoanele de semnalizare se montează în locuri vizibile și ușor accesibile (lîngă uși, în casa scării, pe căi de acces și de evacuare la fiecare nivel, pe pereți sau pe stîlpi) la 1,4 m deasupra pardoselii; în încăperi de mare suprafață, distanța dintre butoane va fi de circa 50 m;

- Detectoarele termo-velicometrice se aleg pentru incendiile al căror început se manifestă prin ridicarea temperaturii (stații de pompe de păcură, boxe trafo cu ulei, gospodării de ulei etc.); se montează la nivelul plafonului (sub acoperișuri ușoare, la maximum 30 cm de ele) la minimum 40 cm de pereți și evitîndu-se colțurile și grinzile aparente:

- Detectoarele de fum sau gaze de ardere se aleg pentru incendiile care ard mocnit (degajînd fum sau gaze în faza

incipientă) și atunci cînd trebuie asigurată protecția oamenilor (săli calculatoare și podul fals al acestora, încăperi pentru echipamente electrice etc.); montaj, ca detectoarele termo-velicometrice;

• Detectoarele cu flacără (infraroșii sau ultraviolete) se aleg pentru incendii care izbucnesc cu flacără și pentru cele din spații deschise; se montează pe pereți sau stîlpi, astfel ca să aibă vedere directă sau prin reflexie asupra flăcării;

• Detectoarele termostatice se aleg pentru spații închise, de suprafață redusă și cu incendiu posibil cu ardere lentă (pagube și posibilități de extindere reduse);

• Sistemul *duo*, cu detectoare de tip diferit montate în șah și legate la centrală prin circuite independente, se alege pentru locuri vitale sau foarte importante sau pentru comanda instalațiilor de stingere (exemplu detectoare de fum și de temperatură în gospodării importante de cabluri, încăperi de echipamente electrice vitale etc.);

• Numărul și amplasarea detectoarelor se stabilesc după indicațiile furnizorului funcție de suprafața eficace și înălțimea de montaj.

• **Circuitele** vor fi cu conductoare de cupru izolate protejate în PEL, (îngropat sau aparent), sau PVC (îngropat) sau cabluri, pe trasee care să evite spațiile cu pericol de incendiu sau explozie, mediile corosive etc. (se utilizează spațiile de circulație, anexele tehnice, exteriorul construcțiilor cu pereți rezistenți la foc și fără ferestre etc. — exclus pe elemente combustibile).

Cînd nu este posibilă evitarea traseului prin încăperi A, B, C — P2 ... P5, neutilate cu instalații automate de stingerea incendiilor, se vor prevedea:

— Cabluri fără sau cu întîrziere la propagarea flăcării (v. § 2.1.3.1.), montaj îngropat în elemente de construcție rezistente la foc și protejate în tub, montaj în jgheaburi

umplute cu nisip, montaj sub strat de tencuială cu mortar, protejate cu vopsea termospumantă special omologată (îngroparea tuburilor se face pînă la avertizor).

— Cabluri cu întîrziere mărită în propagarea flăcării (v. § 2.1.3.1.) în montaj aparent sau îngropat.

Firidele sau cutiile de concentrare a circuitelor se asigură împotriva accesului persoanelor neautorizate.

Redactor: Ing. Mihaela Smeureanu
Tehnoredactor: V.E. Ungureanu
Coperta: Teodora Doxan

Bun de tipar: 5-II-86 Coli de tipar: 42,5
C.Z. 621.3(038).



Tiparul executat sub comanda
nr. 560 la
Întreprinderea Poligrafică
„13 Decembrie 1918",
str. Grigore Alexandrescu nr. 89-97
București,
Republica Socialistă România

Lei 37

